

Elmo Moisio

TUOTANNOHJAUKSEN KEHITTÄMINEN JA MODERNISOINTI

Opinnäytetyö
Energiatekniikka

Lokakuu 2015

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Elmo Moisio	Energiainsinööri	Lokakuu 2015
Opinnäytetyön nimi Tuotannonohjauksen kehittäminen ja modernisointi		37 sivua 9 liitesivua
Toimeksiantaja Sammet Asennus Oy		
Ohjaaja Lehtori Jaakko Laine		
<p>Tiivistelmä Tämä opinnäytetyö käsittelee teollisuusputkistojen ja painelaitteiden asennuksiin liittyviä dokumentteja. Tavoitteena on luoda työkalu putkistoja tai painelaitteita valmistavan yrityksen työnohjolle laadunvalvontaan ja tuotannonohjaukseen löytämällä keinot kääntää standardien taulukot sähköiseen muotoon.</p> <p>Opinnäytetyössä käydään läpi hitsauksen perusteita ja yleisimpiä menetelmiä. Teräsmateriaalien lämpökäsittely ja NDT-tarkastukset ovat tärkeä osa laadunvalvontaa. Työ käsittelee laadunvalvonnan ongelmia ja selvittää mahdollisuudet automatisoida työläimpiä vaiheita. Merkittävänä osana opinnäytetyössä on dokumentointiohjelma.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena syntyi ohjelma, joka pystyy käyttäjän antamien tietojen mukaan ohjaamaan hitsausta, ja dokumentointia. Ohjelma käyttää hitsausohjetietokannasta haettavia tietoja laskemaan standardin SFS-EN 13480 mukaisesti arvot lämpökäsittelylle ja NDT-tarkastukselle. Luotu ohjelma helpottaa laadunvalvontaa ja pienentää inhimillisten virheiden riskiä tuotannossa. Projektin edetessä kävi ilmi, että työ on odotettua paljon suurempi kokonaislaajuudeltaan. Siitä huolimatta ohjelmasta saatiin aikaan toimiva runko ja selkeä suunta jatkokehitykselle.</p>		
Asiasanat hitsaus, NDT, laadunvalvonta, teräs, lämpökäsittely, hitsausohje		

Author (authors) Elmo Moisio	Degree Bachelor of Engineering	Time October 2015
Thesis Title Development and Modernization of Production Management		37 pages 9 pages of appendices
Commissioned by Sammet Asennus Oy		
Supervisor Jaakko Laine, Senior Lecturer		
<p>Abstract This thesis examines industrial pipelines and pressure equipment installation documentation. The purpose was to create a tool to help the management of an industrial pipeline or pressure equipment manufacturing company in quality control and production management by finding the means to convert standard tables into electrical form.</p> <p>The thesis discusses the basics of welding and its most common methods. Steel material heat treatment and NDT inspections are an important part of quality control. The thesis examines problems of quality control and aims at finding possible ways of automating the most labor-intensive steps. A significant part of the thesis is the documentation program.</p> <p>The study resulted in a program that is capable of guiding welding and documentation using data given by the operator. The program uses searchable data from a welding database to calculate heat treatment and NDT inspection values by standard SFS-EN 13480. The program created supports quality control and reduces the risk of human errors in manufacturing. As the project progressed it became clear that the task was considerably larger than expected. Nevertheless, the program created serves as a framework with a clear direction for further development.</p>		
Keywords welding, NDT, quality inspection, heat treatment, welding specification		

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	6
2	LAADUNVALVONNAN DOKUMENTOINTI	7
2.1	Laadunvalvonta	7
2.2	Hitsausohje	7
2.3	Hitsaajan pätevystodistus	7
2.4	Materiaalin aineistodistus	8
2.5	Hitsauslisäaine.....	8
2.6	Esilämmitys.....	8
2.7	Lämpökäsittely.....	9
2.7.1	Karkaisu, päästö ja nuorrutus.....	10
2.7.2	Hehkutus	12
2.7.3	Normalisointi	13
2.8	Rikkomaton aineenkoetus (NDT).....	13
2.8.1	Hitsausvirheet	18
3	HITSAUSMENETELMÄT.....	19
3.1	Puikkohitsaus.....	20
3.2	MIG/MAG-hitsaus	20
3.3	TIG-hitsaus	22
3.4	Juurensuojaus	23
4	STANDARDI SFS-EN 13480	24
4.1	Putkistoluokat	24
4.2	Teollisuusputkistojen materiaalit.....	25
4.2.1	Materiaalin vaatimukset	25
4.2.2	Teräslaadut ja niiden luokittelu.....	26
4.2.3	ISO/TR 15608	26
5	ONGELMAN KARTOITUS JA RATKAISU.....	27
5.1	Ongelmat	27
5.2	Ratkaisu ja hyödyt	28
6	DOKUMENTOINTIOHJELMA.....	28

6.1	Microsoft Access & Excel	29
6.2	Hitsausohjeiden hakutyökalu	29
6.3	Materiaaliryhmiin jako	31
6.4	Jälkilämpökäsittely	32
6.5	NDT-tarkastuslaajuus	33
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA LOPPUSANAT	34
	LÄHTEET	36

LIITTEET

Liite 1. Vaatimuksenmukaisuusvakuus

Liite 2. Hitsaajan pätevyystodistus

Liite 3. Hitsaus ja tarkastussuunnitelma

Liite 4. Hitsausohje

Liite 5. Lisäainetodistus

Liite 6. Materiaalitodistus

Liite 7. PED

1 JOHDANTO

Kaikissa teollisuuteen liittyvissä standardien mukaisissa putkistorakenteissa on äärimmäisen tärkeää pystyä osoittamaan, että käytetyt materiaalit sekä välineet ovat standardit täyttäviä, asennettu oikeilla menetelmillä ja tarkastettu vaatimusten vaatimalla tavalla laajuudet täyttäen.

Näiden standardien mukaisten vaiheiden noudattaminen ja dokumentointi voi osoittautua yhdeksi suurimmaksi työvaiheeksi erityisesti pienissä kunnossapitoprojekteissa. Muutaman tunnin asennustyö voi vaatia moninkertaisen määrän paperityötä ennen ja jälkeen asennuksen.

Laadunvalvonta useimmiten jää valmistavan yrityksen työnjohdon varaan, mutta siihen kuuluu tietysti itse asentajan oman työn valvonta sekä ulkoisen tarkastuslaitoksen rikkomaton aineenkoetus (NDT). Tämä aiheuttaa ongelman työnjohdon ajan riittämisen kanssa. Yritän ratkaista sitä modernisoimalla perinteisen paperien pyörittelyn viemällä sen verkkoon pilvipalvelimiin ja laskennat automaattisiin taulukoihin.

Valmistuksen suunnittelun kannalta erityisen tärkeä on selvittää oikeat hitsausohjeet (WPS) jokaiselle hitsisaumalle. Tämän jälkeen selvitetään standardista vaatimukset mahdolliselle lämpökäsittelylle, rikkomattomalle aineenkoetukselle ja niiden laajuuksille.

Käsittelen tässä opinnäytetyössä aiheeseen liittyviä dokumentteja ja vaiheita, sekä yritän ratkaista ongelmaa luomalla MS Office Excel-taulukon, joka käyttää hyödykseen MS Officen Access-tietokantaa. Tähän tietokantaan siirrän Sammet Asennus Oy:n hitsausohjeet, joita Excel-taulukko käyttää sitten hyödykseen.

Excel-taulukko (dokumentointiohjelma) pyrkii sille annettujen putkitietojen mukaan laskemaan, mitkä hitsausohjeet sopivat tämän liitoksen hitsaamiseen, tarvitaanko lämpökäsittelyä ja mitkä ovat tarkastusvaatimukset ja niiden laajuudet. Lopuksi ohjelmasta voidaan tulostaa valmis dokumentti, jossa on tarvittavat tiedot valmiista työstä.

2 LAADUNVALVONNAN DOKUMENTOINTI

2.1 Laadunvalvonta

Laadunvalvonnan näkökulmasta tärkein dokumentti on valmistavan tahon vaatimuksenmukaisuusvakuutus. Tällä dokumentilla taataan, että valmistava tai toimittava taho on noudattanut standardien, ohjeiden ja pätevyyksien mukaisia vaatimuksia ja ottaa niiden paikkansapitävyydestä vastuun itselleen.

Muita merkittäviä laadunvalvontaan liittyviä dokumentteja ovat käytettyjen materiaalien materiaalitodistukset, hitsaajan pätevyystodistukset, rikkomattoman aineenkoetuksen todistukset (NDT), käytetyt hitsausohjeet ja lisäaineiden todistukset.

2.2 Hitsausohje

Hitsausohje eli WPS, määrittää menettelytavan hitsaamiselle. Ohjeessa määritellään sallitut liitosmateriaalit, hitsausprosessi, putkissa sallittu halkaisija, seinämäpaksuus, hitsausasennot, hitsausliitoksen viisteet sekä kuva hitsausliitoksesta ja hitsauksen palkojen järjestyksestä.

Hitsausprosessista riippuen ohje määrittelee käytettävät suojakaasut, esilämmityksen ja hitsauslisäaineet. Lyhenne WPS tulee englannin kielen sanoista welding procedure specification.

Itse hitsauksen kannalta merkittäviä tietoja on myös ohjeen määrittelemät parametrit hitsauslaitteistolle, kuten hitsausjännite ja virta-alue. Hitsaaja saa muuttaa arvoja parametrien sallimissa rajoissa. Jos rajat ylitetään, hitsausohje ei ole enää käytettävissä, vaan kyseiseen työhön pitää silloin tehdä oma hitsausohje. Hitsausohjeessa voidaan myös mainita vaatimus lämpökäsittelylle hitsauksen jälkeen. Hitsausohjeen tekeminen, pätevyysalueet ja menetelmäkokeiden järjestelyt löytyvät standardista SFS-EN ISO 15614-1. (1.)

2.3 Hitsaajan pätevyystodistus

Jokaisella hitsaajalla on omat henkilökohtaiset pätevyystodistuksensa, jotka määrittelevät, mille kaikille hitsauksille kyseinen hitsaaja on pätevoidetty. Näitä pätevyyskysymyksiä saadaan suorittamalla jonkin standardien mukaisen

tarkastuslaitoksen valvomia hitsauskokeita, ja niiden onnistuessa hitsaaja pätevöittää itsensä tietyille materiaaleille tietyissä kokoluokissa.

Todellisuudessa jokaisella hitsaajalla on eri pätevyksiä useilla eri menetelmillä (TIG, MIG, MAG, puikkohitsaus, sekamenetelmät ja kaikki eri kokoluokat jne.), joita uusitaan aina määrätyin väliajoin.

Pätevyyksien voimassaoloaikaa jatketaan myös yrityksen sisällä aina kuuden kuukauden välein allekirjoittamalla hitsaajan pätevyystodistus. Näin esimerkiksi yrityksen hitsauskoordinaattori myöntää pätevyyden voimassaolon seuraavaksi puoleksi vuodeksi.

2.4 Materiaalin aine todistus

Standardinmukaisella putkimateriaalilla on oma sulatusnumeronsa ja siihen liittyvä aine todistus. Tämä todistus määrittelee materiaalin kemiallisen koostumuksen, kokotiedot, standardien mukaiset käsittelyt, valmistajan nimen ja tiedot ja putkimateriaalin eri standardien mukaiset nimet.

Käytännössä kaikissa teollisuusputkistoissa ja painelaitteissa käytettävä materiaali täytyy olla tarkastettua ja aine todistus olla olemassa.

2.5 Hitsauslisäaine

Hitsauslisäaineilla, kuten putkimateriaalilla on myös todistuksensa, josta selviää lisäaineen kemiallinen koostumus, eränumero ja eri standardien mukaiset nimitykset.

2.6 Esilämmitys

Joissakin tapauksissa hitsaus vaatii esilämmitystä. Tämä käytännössä tarkoittaa hitsattavien osien lämmitystä asetettuun lämpötilaan ennen hitsauksen aloittamista.

Esilämmitys on määritelty yleensä hitsausohjeessa, tai hitsausohjeeseen on annettu lisätietoja, jos tietyllä materiaalipaksuudella tai -koolla on käytettävä esilämmitystä.



Kuva 1. Esilämmitys nestekaasulla (2.)

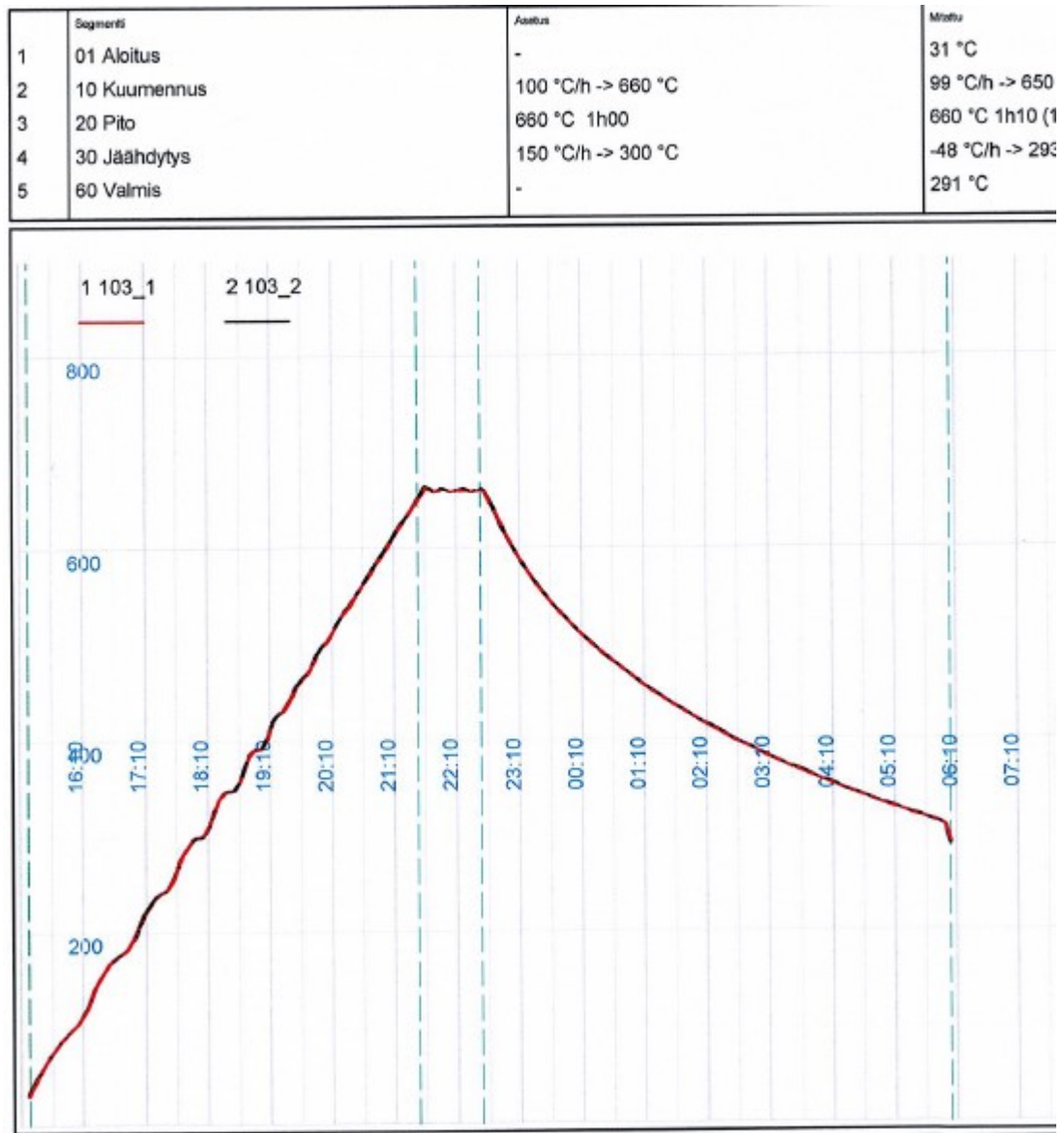
Esilämmitystä tarvitaan myös silloin, kun jäähtyneen kappaleen hitsausta jatketaan. Tällöin kappale kuumennetaan uudelleen hitsausohjeen määrittelemään lämpötilaan ennen hitsauksen jatkamista.

Menetelmiä esilämmityksen suorittamiseen on useita, yleisimpinä nestekaasun käyttö ja sähkövastukset.

2.7 Lämpökäsittely

Lämpökäsittelyä tehdään tapauksissa, joissa halutaan poistaa mahdollisia jännityksiä tai ei-haluttuja muutoksia materiaalissa hitsauksen tai muun muovauksen jälkeen tai kun tahdotaan muokata teräksen fyysisiä ominaisuuksia käyttökohteelle sopivaksi. Lämpökäsittelyllä on suora vaikutus teräksen mikrorakenteeseen. Se muuttaa teräksen ominaisuuksia esimerkiksi sitkeyden, muovattavuuden, kovuuden ja kulutuksen keston osalta. (3.)

Lämpökäsittely on standardoitua toimintaa, ja siitä tehdään pöytäkirjat kuten rikkomattomassa aineenkoetuksessa.



Kuva 2. Kuvankaappaus lämpökäsittelypöytäkirjasta (4.)

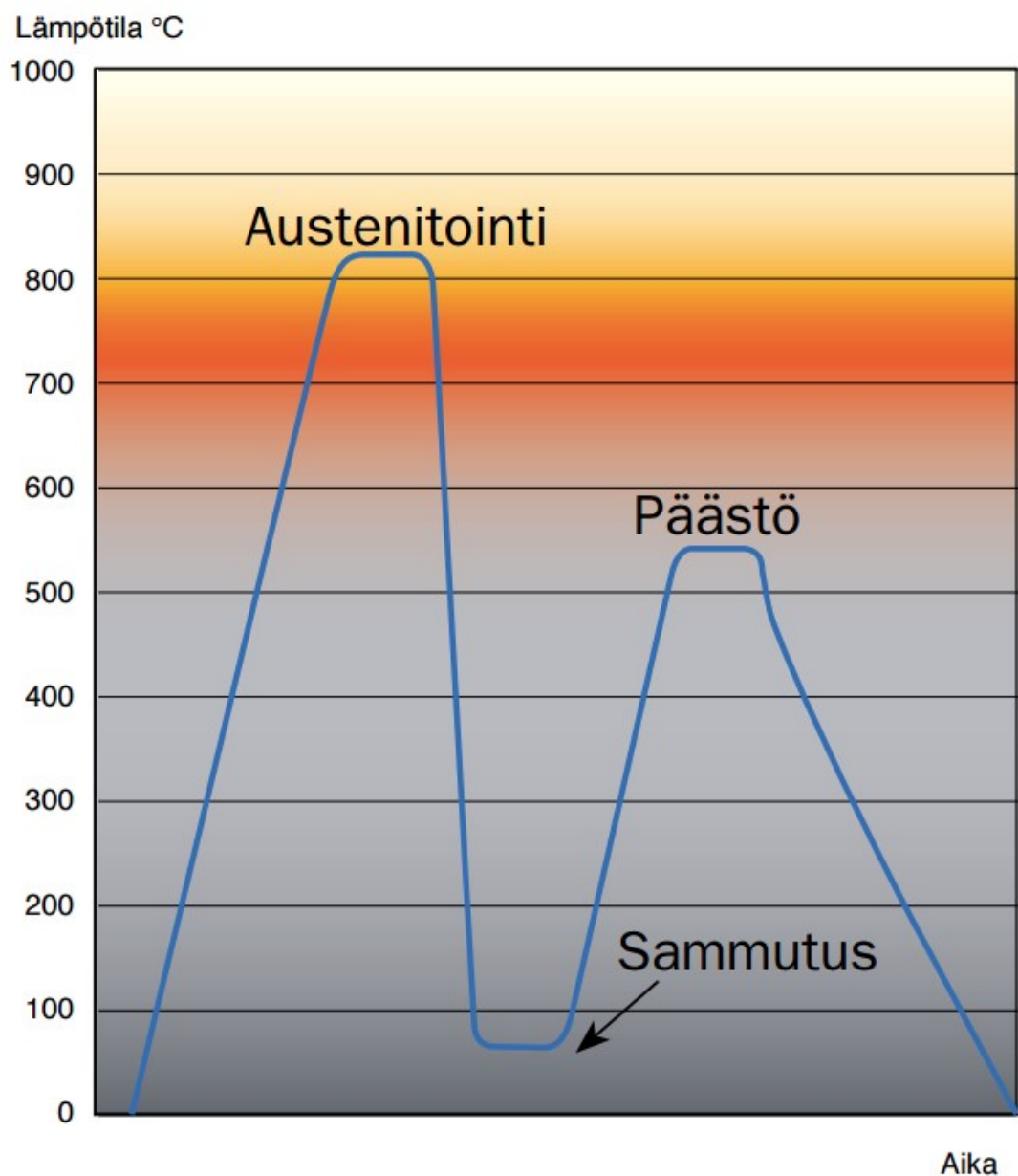
Maanlaajuisesti johtava lämpökäsittelyjen tarjoaja määrittelee lämpökäsittelyn seuraavasti: *Lämpökäsittely on ohjattu prosessi, jonka avulla tiettyjen materiaalien, kuten metallien ja seosten mikrorakennetta muutetaan. Näin pystytään vaikuttamaan komponentin käyttöikää parantaviin ominaisuuksiin, kuten esimerkiksi pinnan kovuuteen, lämpötilankestoon, sitkeyteen ja kulumiskesto.*(3.)

2.7.1 Karkaisu, päästö ja nuorrutus

Karkaisu tehdään kun halutaan lisätä teräksen lujuutta, kovuutta ja sitkeyttä. Lyhyesti selitettynä karkaisussa teräs kuumennetaan ensin austeniittialueelle, jonka jälkeen teräs jäähdytetään nopeasti. Jäähdytys tai toisin kutsuttuna sammutus voidaan suorittaa esimerkiksi vedellä, ilmalla tai öljyllä.

Sammutuksessa austeniitti muuttuu martensiitiksi, joka on ominaisuuksiltaan kovaa ja haurasta. (5.)

Heti sammutuksen jälkeen teräs kuumennetaan uudelleen päästövaiheeseen. Päästövaiheen lämpötilaa säätelämällä voidaan vaikuttaa lopullisen teräksen sitkeyteen ja kovuuteen. Pienempi lämpötila tekee teräksestä kovemman, kun taas käyttämällä korkeampaa päästölämpötilaa saadaan teräksestä sitkeämpi. Kun päästölämpötila on 500 – 700C, kutsutaan vaihetta nuorrutukseksi. Nuorrutettu teräs on ominaisuuksiltaan sitkeä ja pehmeä. (5.)



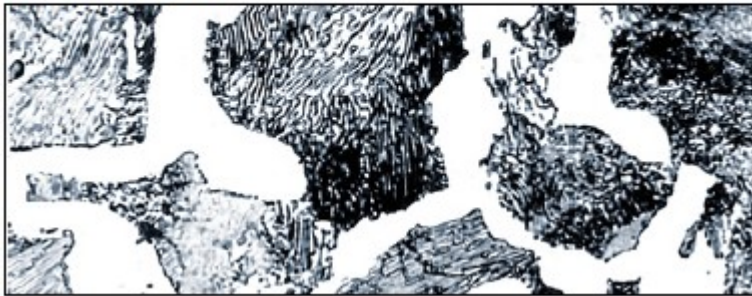
Kuva 3. Karkaisuprosessin lämpötila ajan funktiona (5.)

2.7.2 Hehkutus

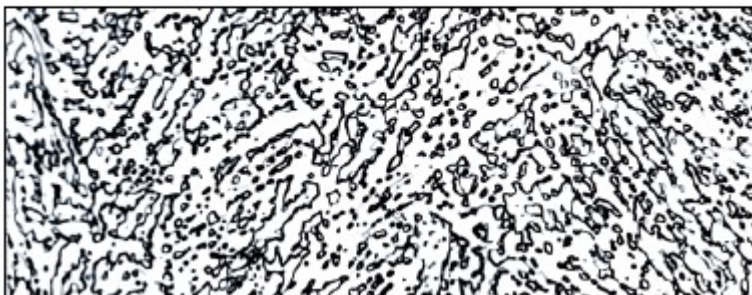
Hitsauksen jälkeen materiaaliin voi syntyä jännitteitä, joita voidaan vähentää jännitysten poistohehkutuksella. Suuret jännitteet hitsauksen jälkeen nostavat murtumien riskiä materiaalissa, joko väsymisen tai haurastumisen takia. Hehkutus tapahtuu 500-600C asteen lämpötilassa, jonka jälkeen lämpötila lasketaan hitaasti. Nosto ja laskunopeudet on määritelty standardissa eri materiaalityypittain, kuten myös lämpötila.

Kun tahdotaan parantaa teräksen kylmämuokattavuutta ja lastuamista, voidaan käyttää pehmeäksi hehkutusta. Käsittelyajat pehmeäksi hehkutukselle ovat jopa yli vuorokauden mittaisia, jossa perliittisen teräksen sementtiittilamellit palloutuvat. (5.)

Perliittis-ferriittinen



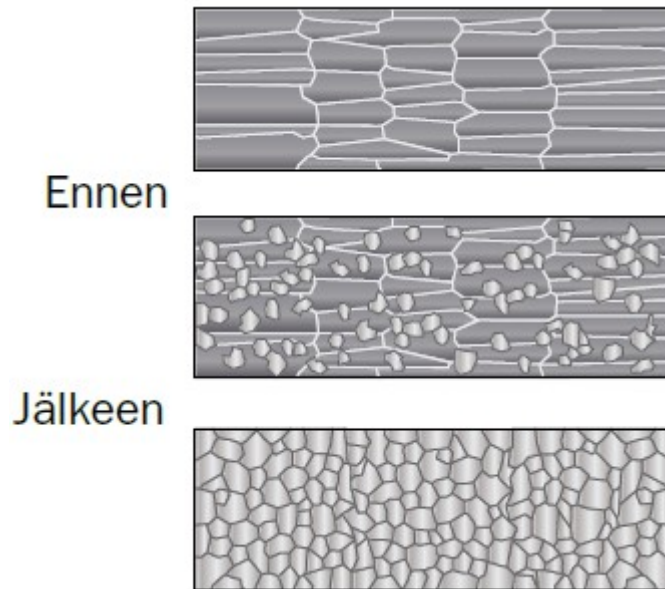
Palloutunut



Kuva 4. Ennen ja jälkeen pehmeäsihehkutuksen (5.)

Suurissa valetuissa ja taotuissa kappaleissa voi jäähtymisen tai hitsauksen yhteydessä kehittyä vetyä. Jos teräksen sitkeysominaisuudet ovat heikentyneet vedyn takia, voidaan suorittaa vedynpoistohehkutus. Jos vetyä ei hehkuteta pois, jää teräkseen suurempi riski murtumiin ja säröihin. (5.)

Kylmämuovauksen jälkeen voidaan lujittunut teräs pehmentää rekristallisoitihetkityksellä. Kylmämuokkaantuneet rakeet korvautuvat uusilla kiteillä, palauttaen teräksen alkuperäiset ominaisuudet. (5.)



Kuva 5. Rekristallisaatio hetkityksessä (5.)

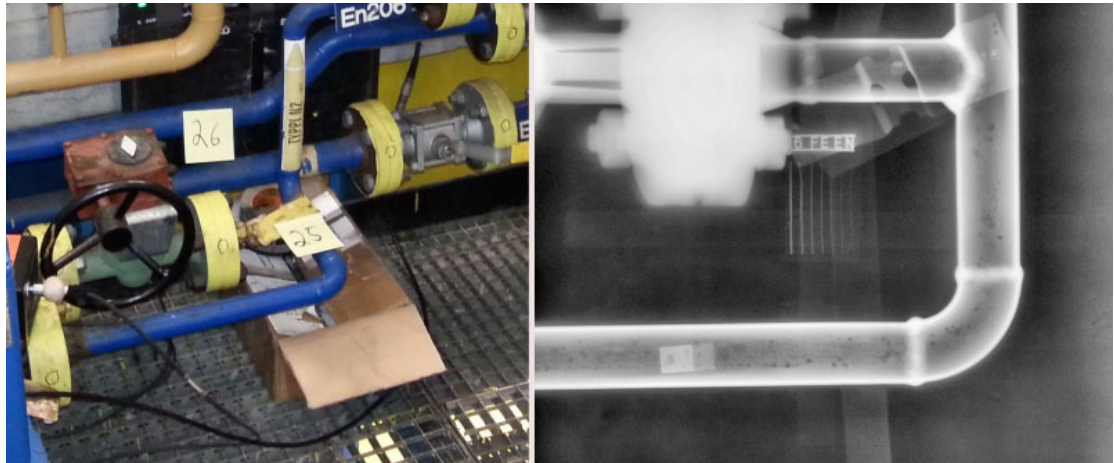
2.7.3 Normalisointi

Valun ja taonnan jälkeen kiderakenne on epätasainen, alentaen teräksen sitkeyttä tehden siitä hauraan. Normalisoinnilla voidaan kiderakenne muuttaa takaisin hienoksi, palauttaen sitkeyden ja normalisoiden teräksen mekaaniset ominaisuudet. Menetelmä perustuu teräksen kuumentamiseen sen austeniittialueelle, josta jäähditys takaisin vapaasti. (5.)

2.8 Rikkomaton aineenkoetus (NDT)

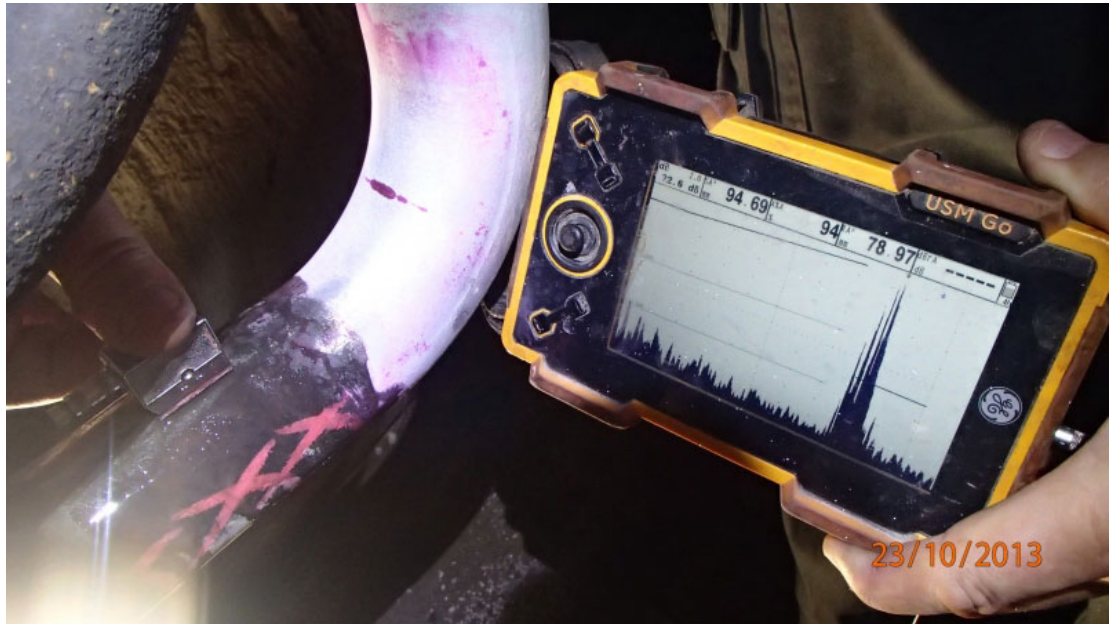
NDT eli rikkomaton aineenkoetus on joukko tarkastusmenetelmiä, joita käytetään mm. metallirakenteiden, valujen ja hitsien tarkastamiseen ilman, että valmista lopputuotetta rikotaan. Lyhenne NDT tulee englannin kielen sanoista non-destructive testing. NDT-menetelmillä voidaan löytää hitsisaumoista ja materiaaleista halkeamia, säröjä, sulkeumia ja muita poikkeamia. Rikkomaton aineenkoetus on standardoitua toimintaa, ja NDT:tä suorittaville henkilöille ja laitoksille on oma pätevynti- ja sertifiointijärjestelmänsä.

Putkiston hitsaustyön jälkeen suoritetaan NDT-tarkastukset pinta ja volumetrisella testauksella. Näistä menetelmistä käytetyt nimitykset ovat seuraavia: silmämääräinen tarkastus (VT), radiografinen tarkastus (RT), ultraäänitarkastus (UT), tunkeumaneste tarkastus (PT) ja magneettijauhetarkastus (MT). Pintatarkastuksiin kuuluvat magneettijauhe- ja tunkeumanestetarkastus. Volumetrisiin testauksiin kuuluvat ultraäänitarkastus ja radiografia. (6.)



Kuva 6. Röntgen menetelmä, isompia putkistoja kuvataan usealla filmillä kaikista hitsisauman kohdista (7.)

Standardit määrittelevät milloin mitäkin aineenkoetusta on käytettävä. Kun halutaan varmistua pinnanalaisesta eheydestä, tehdään volumetrinen testaus. Volumetrisella testauksella havaitaan myös hitsin mahdollinen huokoisuus, kuonasulkeumat, liitosviat, epätäydellinen hitsin tunkeuma ja halkeamat. (6.)



Kuva 7. Ultraäänitarkastus (7.)

Pintamenetelmillä voidaan todeta vain kappaleen pintaan asti aukeavat viat eli säröt, halkeamat, avohuokoset ja imuontelot. Pinta ja volumetriset tarkastukset ovat toisiaan täydentäviä, jonka takia useasti samassa hitsaussaumassa käytetään molempia menetelmiä. Esimerkiksi kahden putken kehähitsiliitos, suoritetaan MT + RT, eli pinta magneettijauhetarkastuksella ja röntgenillä. Röntgenfilmistä havaitaan mahdolliset sisäiset virheet, kuten juuren liitosvirheet hitsaussaumassa.



Kuva 8. Magneettijauhetarkastus, joka sopii vain ferriittisille materiaaleille (7.)

Magneettijauhetarkastuksissa voidaan myös käyttää fluorisoivia värejä, kun halutaan nähdä aivan pienetkin näyttämät.



Kuva 9. Tunkeumanestetarkastus, jossa näkyy säiliön yhteessä olevat säröt (7.)

Kun NDT-tarkastukset on suoritettu, tarkastuslaitos toimittaa yleensä pöytäkirjan, johon tulevat kaikki merkinnät tarkastukseen liittyen.

RÖNTGENTARKASTUSPÖYTÄKIRJA
RADIOGRAPHIC EXAMINATION

Tilaaaja / Purchaser Sammet Asennus Oy		Valmistaja / Manufacturer Sammet Asennus Oy		Tarkastuspaikka / Place of inspection <div style="border: 2px solid red; width: 150px; height: 15px;"></div>	
Tarkastuskohde / Inspection object <div style="border: 2px solid red; width: 250px; height: 30px;"></div>					
Piirustus Nro / Drawing no. 40364-P-1662-01		Rev. Nro --		Perusaine / Base material AISI 321H	
Tarkastusohje / Inspection procedure SFS EN ISO 17636-1		Rev. Nro		Laatuvaatimus / Quality requirement SFS EN ISO 10675-1	
Tarkastuslaite / Inspection apparatus YXLON XMB160		Laite no/Apparatus no 10006153001		Polttopisteen koko / Size of focal spot 1,0mm	
Indikaattori / Penetrameter 10 FE EN		Kuvausluokka / X-ray class B		Filmikoko ja lukumäärä / film size and quantity 6x24 20kpl	
Kuvaustekniikka		Halkaisija Diameter mm	Ainepaksuus Wall thickness mm	Railomuoto Joint type	Hitsausasento Welding pos.
Nro					
1	4"	7,1	V	PA	250 157 0:13
2	5"	7,1	V	PA	250 157 0:13
3	6"	7,1	V	PA	250 157 0:17
4					
5					
6					
Hitsaaja Welder	Filmimerkintä Film marking	Kuvaus- tekniikka	Indikaattori Indicator	Arvostelu Classification	Vaatimukset Requirements
					Täyttyvät Fulfill
					Eivät täyty Not fulfill
ST93	P-1662 A1 0-1	1	W14	Hyväksytty	X -
ST93	P-1662 A1 1-2	1	W14	Hyväksytty	X -
ST93	P-1662 A1 2-3	1	W14	Hyväksytty	X -
ST93	P-1662 A1 3-4	1	W14	Hyväksytty	X -
ST93	P-1662 A1 4-5	1	W14	Hyväksytty	X -
ST93	P-1662 A1 5-0	1	W14	Hyväksytty	X -
					Virheet Defects
					Huomautukset Notes

Kuva 10. Kuvankaappaus röntgentarkastuspöytäkirjasta (4.)

2.8.1 Hitsausvirheet

Hitsausvirheet on määritelty standardin SFS-EN ISO 6520 mukaan nimikkein ja numeroin. Standardissa hitsausvirheet on jaettu ryhmittäin halkeamiin (ryhmä1), onteloihin (ryhmä 2), sulkeumiin (ryhmä 3), liittymisvirheisiin (ryhmä 4), muoto -ja mittavirheisiin (ryhmä 5) ja muihin virheisiin (ryhmä 6). (8.)

Esimerkkejä muutamista hitsausvirheistä, joita putkistojen hitsauksissa usein esiintyy.

Nro 301: kuonasulkeuma. Virhe syntyy kun hitsiaineeseen jää kuonan muodostama sulkeuma. Syitä ovat mm. hitsauksen aikainen riittämätön kuonanpoisto, liian pieni hitsausvirta tai virheellinen lisäaineen kuljetus. Virhe estetään poistamalla kuona huolellisesti. (8.)

Nro 401: liitosvirhe. Virhe esiintyy epätäydellisenä liitoksen hitsiaineen ja perusaineen välillä, erityisesti hitsin juuressa. Syitä voi olla useita: epäpuhtaudet railopinnoilla, liian pitkä valokaari, hitsausnopeuden ja hitsausvirran suhde toisiinsa. Virhe korjataan puhdistamalla railopinta ja edeltävät palot. Tarkistetaan maadoitus ja korjataan hitsauksen suoritustapa virran, nopeuden ja kuljetuksen osalta. (8.)



Kuva 11. Poikkileikkaus liitosvirheestä juuressa (8.)

Nro 602: roiskeet. Virheen syynä ovat hitsausprosessin väärät parametrit, kosteat hitsauspuikot, korjataan käyttämällä sopivia hitsausarvoja ja kuivaamalla puikot. (8.)

3 HITSAUSMENETELMÄT

Menetelmiä hitsaukseen on useita. Yleisin tapa on käyttää lämpöä sulattamaan kappaleet toisiinsa, niin että ne muodostavat yhteyden. Kappaleita voidaan hitsata ilman lisäainetta, mutta tavallisesti käytetään hitsattavalle materiaalille sopivaa lisäainetta. Lisäaineen sulamispiste on suunnilleen sama kuin hitsattavan perusaineen sulamispiste. Hitsauksessa hitsisula jähmettyy ja liittää osat toisiinsa. Lämmöntuontiin on useita tapoja: tavallisin niistä on sähköisesti tuotettu valokaari, jota kutsutaan kaarihitsaukseksi. (9.)

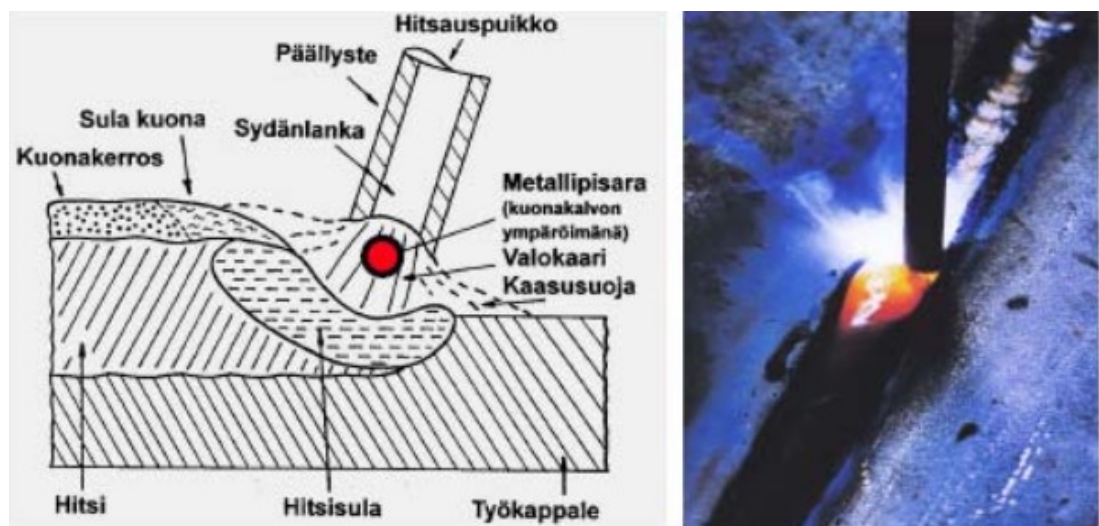
Kaarihitsauksessa sähköenergia muuttuu lämmöksi elektrodin ja työkappaleen väliin muodostaen jopa kymmenien tuhansien celsiusasteiden lämpötiloja. Hitsausprosessista riippuen lämpötila vaihtelee. Esimerkiksi puikkohitsauksessa valokaaren ytimen lämpötila on noin 5000 – 6000 °C. (9.)

Hitsausprosessit ovat nimeämisen lisäksi numeroitu standardin SFS-EN ISO 4063 mukaisesti. Yleisimpiä kaarihitsausprosesseja on puikkohitsaus (111), MAG-hitsaus (135), MIG/MAG-täytelankahitsaus (135/136) ja TIG-hitsaus

(141). Hitsausprosessissa ilman sisältämä happi ja typpi haurastavat hitsin ominaisuuksia, minkä takia niiltä suojaudutaan eri tavoin. Suojakaasulla voidaan syrjäyttää ilman vaikutus hitsauksessa ja tätä käytetään erityisesti MIG/MAG ja TIG-hitsauksessa. Austeniittisissa ruostumattomissa teräksissä myös hitsin juuri suojataan erilaisin lisämenetelmin. (9.)

3.1 Puikkohitsaus

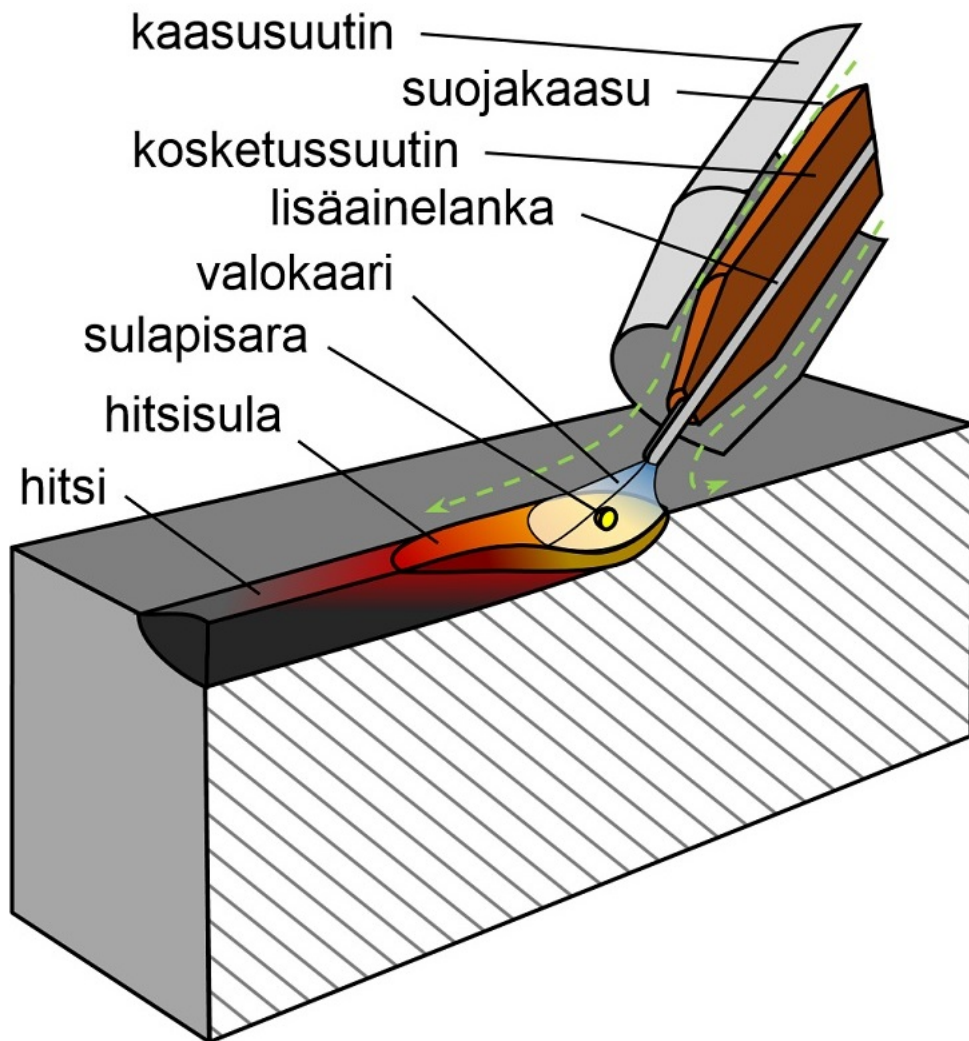
Hitsaustavoista vanhin ja toiminnaltaan yksinkertaisin on puikkohitsaus. Päälystetty hitsauspuikko sisältää suojaseoksen eikä suojakaasua tarvita erikseen. Suoja perustuu hitsauspuikon päälysteen muodostamiin kaasuihin ja kuonaan, joka suojaa hitsisulaa ilman hapelta ja typeltä. Kuona jähmettyy hitsipalon päälle kuonakerrokseksi, joka poistetaan jälkeensä esimerkiksi kuonahakulla. (9.)



Kuva 12. Puikkohitsaus (10.)

3.2 MIG/MAG-hitsaus

Termi MAG tulee englanninkielin sanoista Metal-Arc Active Gas Welding, joka on suomennettu metallikaasukaarihitsaukseksi. MIG eroaa MAG-hitsauksesta siten, että siinä käytetään inerttiä suojakaasua (Metal-Arc Inert Gas Welding) kuten argon. Lisäaine MAG-hitsauksessa on ohut kelalla oleva umpilanka, jota syötetään hitsauspistoolista hitsattavaan kappaleeseen. Pistoolista täytelankaa syötetään vakionopeudella suojakaasun kanssa. Etuja MIG-hitsauksessa verrattuna TIG/puikkohitsaukseen on sen edullisemmat lisäaineet, jatkuva lisäaineen syöttö ja kuonattomuus. (11.)

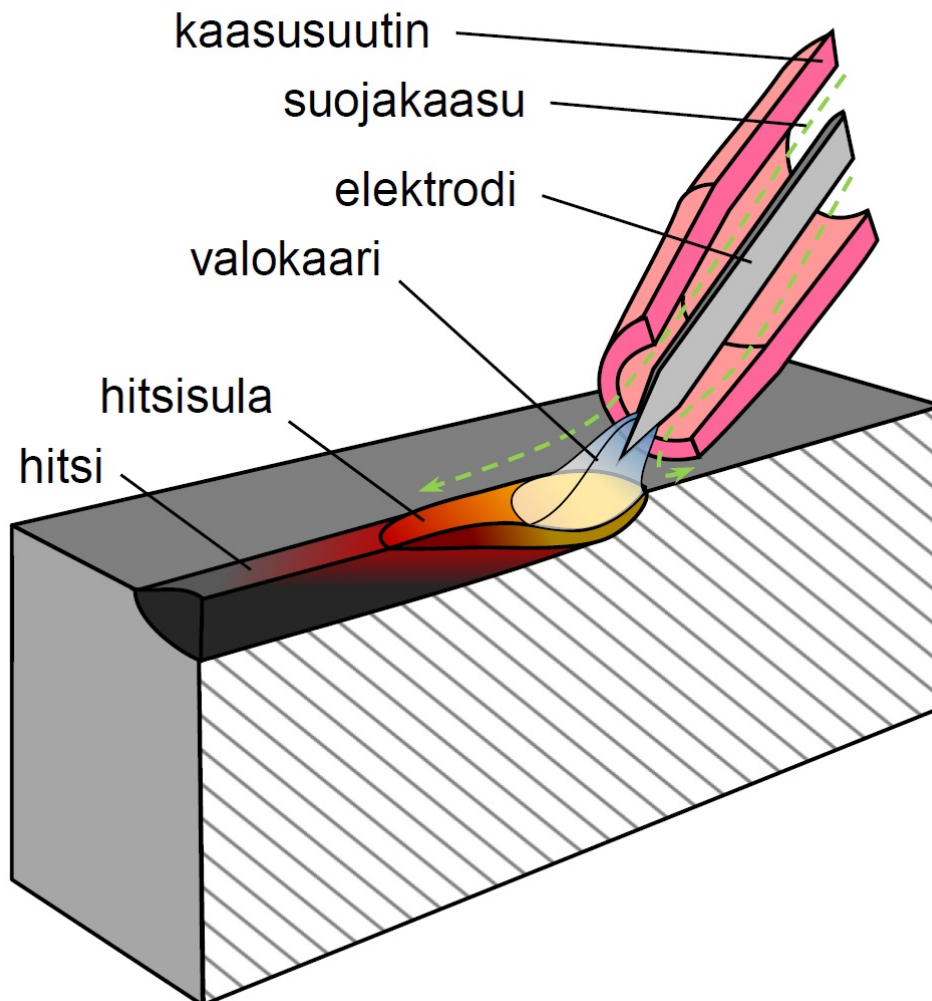


Kuva 13. MIG-hitsausprosessin periaate (11.)

MAG-täytelankahitsaus poikkeaa MIG/MAG-hitsauksesta siten, että lisäaineena on umpilangan sijaan täytelanka. Täytelangat voidaan jakaa kahteen ryhmään täytteen perusteella: jauhetäytelanka ja metallitäytelanka. Täyte on jauhetta, joka vaihtelee hitsattavasta materiaalista riippuen. Täytelankaa on helppo verrata käänteiseksi hitsauspuikoksi. Metallitäytelankahitsauksessa ei synny ollenkaan kuonaa. Vahvuuksia täytelankahitsauksella on suuri lisäainetuotto, hyvät asentohitsausominaisuudet ja hitsiaineen mekaaniset ominaisuudet. Erityisesti konepajateollisuus ja telakat käyttävät täytelankahitsausta.

3.3 TIG-hitsaus

TIG-hitsauksen merkittävin etu on sen tarkkuus ja hitsisulan hallittavuus. Menetelmä perustuu valokaaren syttymiseen sulamattoman elektrodin ja kappaleen välille, mikä sulattaa perusaineen. Sulaan voidaan syöttää lisäainetta käsin tai sulattaa perusaine ilman lisäaineita. Tyypillisesti lisäaine on halkaisijaltaan 1,0 – 3,0mm umpilanka, jonka pituus pakkauksesta riippuen 500 tai 1000mm.



Kuva 14. TIG-hitsausperiaate (11.)

Hitsaus voidaan suorittaa erittäin pienillä virroilla ja siten hitsausmenetelmä sopii hyvin ohuille materiaaleille. TIG-hitsauksen heikkouksia on sen hitaus ja arkuus ulkoisille häiriöille esimerkiksi ulkona hitsatessa. Teräksiä hitsatessa käytetään yleensä lantaniseosteisia wolfram elektrodeja. Koska TIG-hitsauksessa ei synny kuonaa ja suojakaasu on inertti, saadaan tällä menetelmällä erittäin sileä ja puhdas pinta muihin menetelmiin verrattuna.

(11.)

3.4 Juurensuojaus

Putkistoja hitsatessa austeniittisten ruostumattomien terästen juuri täytyy suojata hapettumiselta. Tähän tarkoitukseen on lukuisia eri menetelmiä, joista useimmat liittyvät juurenkaasutukseen. Menetelmä juurensuojaukseen on suunniteltava kohteittain. Laadun kannalta tärkein suojaustapa on juurikaasutus, jossa inertti suojakaasu, kuten argon, johdetaan suoraan juureen.

Koko putkisto voidaan kaasuttaa tulppaamalla päät, ja laskien kaasua sisään kunnes happi syrjäytyy. Useissa tapauksissa putkistot ovat suuria, joka tarkoittaa suurta kaasunkulutusta. Menetelmänä tämä on joissain tapauksissa erittäin hidas ja epäluotettava.

Pikakaasutusjärjestelmät perustuvat hitsattavan putken sisään työnnettävällä kaksoisrenkaalla, joka putken sisässä täytetään kaasulla. Täyttyessään järjestelmä tiivistyy ja jättää hitsin juuren kaasutilaan. Ulkopuolelta hitsi peitetään esimerkiksi alumiiniteipillä, jättäen auki vain hitsattava kohta. Ennen hitsauksen aloitusta hapettomuus todetaan happimittarilla.



Kuva 15. Pikakaasutusjärjestelmä (12.)

Toinen tapa suojata juuri hapettumiselta on käyttää juurensuojatahnaa, kuten ESAB Stainflux. Juurensuojatahna tehdään jauheesta, joka sekoitetaan tislattuun veteen ennen hitsausta. Tahna sivellään juuripintoihin ja hitsauksen aikana sulaa muodostaen kuonasuojan. Menetelmä ei sovi hitsauksille, joissa tavoitellaan korkeaa laatua. Juuritahnalla suojattu juuri on korroosionkestävyydeltään heikko ja rosoinen. (13.)

Levyjä hitsatessa käytetään usein juuritukea, joka toimii tukena hitsisulalle. Juurituki minimoi muodonmuutokset ja toimii hitsauksen suojakaasun avulla. Juuritukia tehdään eri materiaaleille keraamista, ruostumattomasta teräksestä tai kuparista. (13.)

Alumiiniteipin kaltainen nauha on keskeltä päällystetty lasikuidulla tai osittain sulavalla aineella. Teippi toimii kuten juurituki, mutta on helpompi käyttää monimutkaisissa kappaleissa. Juuriteippiä voidaan käyttää, kun teippi voidaan kiinnittää juureen ennen hitsausta ja poistaa hitsauksen jälkeen. (13.)

4 STANDARDI SFS-EN 13480

EN 13480 on eurooppalainen metallisten teollisuusputkistojen standardi, joka käsittelee standardinmukaiset sallitut putkistomateriaalit, ohjeet suunnitteluun, valmistukseen, asennukseen sekä määrittelee vaatimukset tarkastuksille ja testaukselle.

4.1 Putkistoluokat

Metallisten teollisuusputkistojen standardi määrittelee asian seuraavasti:

Putkistojen suunnittelu, valmistustapa sekä testauksen ja tarkastuksen laajuus ja toistuvuus määräytyvät järjestelmän sisällön sekä käyttöolosuhteiden perusteella (6).

Teollisuusputkistoilla on neljä eri luokitusta joita ovat 3, 2, 1 ja 0-luokka. Näistä luokka 3 on vaativin luokitus. 0-luokka tunnetaan myös ns. hyvänä konepajastandardina, joka vaatii EU- tai EFTA-jäsenmaiden mukaisen suunnittelun, valmistuksen, testauksen ja tarkastuksen. Putkistolle luokka määräytyy sen sisältämän nesteen tai kaasun lämpötilan ja kemiallisen koostumuksen mukaan. Sisällöt on myös ryhmitetty omiin 1 ja 2 ryhmiinsä.

Painesäiliöiden ja putkistojen luokittelu

KTMp 938/99 - Liite II

Laitetyyppi		Putkisto
Sisällön olomuoto		Neste
Sisällön ryhmä		Vaaraton (2)
Max sallittu käyttöpaine PS	[bar]	24
Max sallittu lämpötila TS	[°C]	224
Nimelliskoko	[DN]	25
Paine x DN	[bar]	600
Luokitus		Luokka 6\$ Kuva 9
Rekisteröinti (KTMp 953/99 3§ kohtien 7, 8a ja 8b mukaiset painesäiliöt)		-

Kuva 16. PED-luokkien laskentataulukko (4.)

4.2 Teollisuusputkistojen materiaalit

Merkittävin materiaali teollisuusputkistoissa on teräs kaikissa sen eri laaduissa mm. hiiliteräkset, austeniittinen ja martensiittinen ruostumaton teräs, seosteräkset ym.

4.2.1 Materiaalin vaatimukset

Suunnittelua tehdessä on huomioitava tavallisten käyttötilanteiden aiheuttamat rasitteet sekä kulumiset, että myös prosessien käynnistys- ja alasajovaiheet. Materiaalit on valittava siten, että ne soveltuvat käytettäviin valmistusmenetelmiin, sekä sisältöihin ja ulkopuolisiin olosuhteisiin. Nopeat lämpötilavaihtelut ja äkkinäiset kiehumiset nesteillä johtuen prosessihäiriöstä ym. täytyy myös huomioida: *Sekä tavalliset käyttöolosuhteet että*

valmistuksen, kuljetuksen, testauksen ja käytön aikaiset poikkeavat olosuhteet on otettava huomioon materiaaleja määritettäessä (6).

Useimmissa tilanteissa materiaalin valinta ja seinämävahvuus määritellään putkessa vallitsevan paineen mukaan, käyttölämpötilan ja sisällön kemiallisten vaatimusten mukaan. Lähtökohtaisesti jokaisessa putkistopiirroksessa on aina mainittu suunnittelupaine ja lämpötila.

4.2.2 Teräslaadut ja niiden luokittelu

Teräksiä luokitellaan myös niiden ominaisuuksien mukaan. Kuumalujat teräkset omaavat hyvän virumislujuuden korkeissa lämpötiloissa.

Säänkestävä teräs on seostettu siten, että se muodostaa ulkoilmassa syöpymiseltä suojaavan oksidikerroksen. Tulenkestävä teräs kestää korkeita lämpötiloja hilseilemättä. Terästen standardointiin on olemassa useita eri tapoja: *Teräslaatuja koostumuksiin ja ominaisuuksiin perustuvan luokittelun ovat vuosien mittaan kehittäneet muutamat standardit ylläpitävät organisaatiot (SDO), kuten eurooppalainen EN, yhdysvaltalaiset ASTM ja AISI teräslaadut, japanilainen JIS, kiinalainen GB, kansainvälinen ISO jne. (14).*

4.2.3 ISO/TR 15608

ISO/TR 15608 mukaisessa jaottelussa teräkset jaetaan ensin pääryhmiin, ja niiden alaryhmiin. Pääryhmiä on kaiken kaikkiaan 11 ja jokaisella vaihteleva määrä alaryhmiä.

Esimerkkejä yleisistä teollisuusputkistojen teräslajeista,

Kuumaluja teräs P235GH, numerotunnus 1.0345, CR ISO 15608 mukainen materiaali ryhmä 1.1

Kuumaluja teräs 13CrMo4-5, numerotunnus 1.7335, CR ISO 15608 mukainen materiaali ryhmä 5.1

Kuumaluja teräs 10CrMo9-10, numerotunnus 1.7380, CR ISO 15608 mukainen materiaali ryhmä 5.2

Austeniittinen ruostumaton teräs X2CrNiMo17-12-2, numerotunnus 1.4404, CR ISO mukainen materiaalityyppi 8.1

Kun teräkset on ryhmitelty tuotemuodoittain, voidaan hitsausohjeita soveltaa ryhmittäin pelkän yhden teräslajin sijaan.

5 ONGELMAN KARTOITUS JA RATKAISU

5.1 Ongelmat

Lähes kaikki laadunvalvonnan dokumentit ovat fyysisiä paperikopioita, yrityksen omia sisäisiä dokumentteja lukuun ottamatta. Materiaalitodistukset tulevat isoilta toimittajilta paperisina tai erikseen pyydettyinä sähköpostilla skannattuna. Tämä vaikeuttaa työn suoritusta konttoriolosuhteissa, jolloin paperityöt siirtyvät asennuskohteeseen työnjohdon tehtäväksi. Vastaavasti kentällä työtä vaikeuttaa se, kun osa dokumenteista on konttorin hyllyssä poissa ulottuvilta.

Käytettyjen hitsauslisäaineiden todistukset toimitetaan fyysisesti lisäaine-erien mukana, jolloin useassa eri projektissa käytettävien lisäaineiden todistukset ovat vain yhdessä paperissa.

Yrityksen työntekijöiden pätevyystodistukset ovat myös yksi merkittävä ongelman aihe, työnjohdon täytyy allekirjoittaa niihin säännöllisin väliajoin lisäaikaa, jolla vakuutetaan työntekijän ammattitaidon pysyneen samana. Nykyisellään nämä paperit ovat yhdessä kansiossa yrityksen konttorista, josta niitä jatkuvasti valokopioidaan työmaalla laadunvalvonnan dokumentointia varten.

Tuotannonohjaukseen liittyvän suunnittelun kannalta vaikeuden tuottaa myös useat eri hitsausliitokset ja niiden hitsausohjeiden sovittaminen yhteen. Kokeneelta ja hyvämuistiselta työnohtajalta saattaa ulkomuistista löytyä yleisimpien liitosten hitsausohjeiden numerot, mutta kuten itseltä, tämä vaatii kymmenien hitsausohjeiden läpikäynnin yhden oikean löytämiseksi.

Putkiston tarkastuslaajuuksien selvittämiseksi täytyy lukea standardikirjan taulukosta jokaisen liitoksen vaatimat pinta ja volumetriset testaukset, joka myös isoissa projekteissa voi olla todella työlästä ja aikaa vievää.

Kaikki tämä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia yrityksen tuotannonohjauksessa ja laadunvalvonnassa. Työnjohto joutuu hakemaan fyysisiä dokumentteja pääkonttorilta, tai toimittajilta, mikä aiheuttaa tarpeettomia kuluja ja kiirettä.

5.2 Ratkaisu ja hyödyt

Mahdollisia ratkaisuja pohdittiin yrityksen työnjohdon kanssa ja lopputulos oli seuraavanlainen.

Yrityksen sisäiset dokumentit pyritään tulevaisuudessa siirtämään kokonaan pilvipalvelimelle sähköiseen muotoon. Palvelimelta jokainen työnjohtaja voisi itse hakea dokumentit aina tarvittaessa, ja tarvittava paperienpyörittely vähenisi.

Hitsauslisäaine ja putkimateriaali toimittajilta pyydetään yhteistyötä todistusten kanssa siten, että kaikki dokumentaatio saataisiin suoraan pilvipalvelimelle paperisen tai skannatun sähköpostikopion sijaan.

Hitsausohjeiden sekä NDT-putkistotestausten haku ja laskenta siirretään automaattiseen dokumentointiohjelmaan. Automaattisella laskennalla saavutetaan parempi tarkkuus ja virheiden määrä vähenee. Ohjelman monipuolisuutta voidaan jatkossa laajentaa, ja tämä insinöörityö on vain alku yrityksen laajamittaiselle tuotannonohjauksen modernisoinnille.

6 DOKUMENTOINTIOHJELMA

Työtä aloittaessa sain ohjelmasta Excel-pohjan, jossa oli Sammet Asennus Oy:n hitsauskoordinaattori Risto Mikkolan näkemys kaikesta mitä ohjelmassa olisi hyvä olla, mitä kaikkea se pystyisi automaattisesti laskemaan, sekä millainen ulkoasu voisi olla. Tästä pohjasta lähdin liikkeelle ensin käymällä kaikki eri vaatimukset lävitse ja vaiheittain keskustelin Mikkolan kanssa mihin suuntaan ohjelmaa viedään.

6.1 Microsoft Access & Excel

Microsoft Access on Microsoft Office -ohjelmistopaketteihin kuuluva tietokantojen käsittelyohjelma. Access on niin sanottu relaatiotietokantaohjelma, joka soveltuu pienten ja keskisuurten aineistojen käsittelyyn. Raporttien ja lomakkeiden suunnittelu tehdään yleensä sen ohjattujen toimintojen avustamana tai valmiita mallipohjia käyttäen. Esimerkiksi Microsoft Excel -taulukon tiedot voidaan tuoda Microsoft Accessiin, jolloin niitä voidaan tarkastella lomake- tai raporttimuodossa. Taulukot ja tiedot voidaan myös viedä Accessista ulospäin sitä tukeviin ohjelmistoihin. Tietokantoja voidaan käyttää lukuisin eri tavoin muissa ohjelmissa, kuten tilastojen muuttamiseksi johonkin graafiseen muotoon. Tässä opinnäytetyössä käytän Accessia yhdessä Excelin kanssa muodostamaan haun vertailemalla Exceliin syötettyjen tietoja Accessin tietokantaan. (15.)

Microsoft Excel on taulukkolaskentaohjelma, joka kuuluu myös Office-jakeluun. Excel perustuu soluihin joita hyödyntämällä voidaan rakentaa mm. erilaisia laskentakaavioita, graafisia kuvaajia, helppokäyttöistä kirjanpitoa ja suorittaa vertailua. Excel soveltuu myös yksinkertaisten hakujen suorittamiseen, mutta laajempiin hakuihin se ei taivu. Tästä syystä käytin Exceliä yhdessä Accessin kanssa.

6.2 Hitsausohjeiden hakutyökalu

Jotta taulukko pystyisi hakemaan arvoja, täytyisi sillä olla tietokanta josta hakea. Loin MS Office Access-tietokannan, johon syötin hitsausohjeiden arvot joiden mukaan hakuvaihtoehtoja rajattaisiin.

Tunniste	wps	mat 1	mat 2	s min	s max	d min	d max	juur me	juur lisä	valip me	valip lisä	lämpök
1 S101	16Mo3	16Mo3		3	20	76	999999999	141 OK Tigrod 13.09		141 OK Tigrod 13.09	Ei	
2 S102	16Mo3	16Mo3		3	11,2	25	999999999	141 OK Tigrod 13.09		141 OK Tigrod 13.09	Ei	
3 S159	P235GH	P235GH		3	20	63,5	999999999	141 OK Tigrod 13.09		111 OK 48.00	Ei	
4 S160	16Mo3	16Mo3		10	35	57,15	999999999	141 OK Tigrod 13.09		111 OK 74.46	Ei	
5 S200	16Mo3	16Mo3		3	11,2	25	999999999	141 OK Tigrod 13.12		141 OK Tigrod 13.12	Ei	
6 S250	13CrMo4-5	13CrMo4-5		10	40	57,15	999999999	141 OK Tigrod 13.12		111 OK 76.18	Kyllä	
7 S300	10CrMo9-10	10CrMo9-10		3	10	24	152	141 OK Tigrod 13.22		141 OK Tigrod 13.22	Kyllä	
8 S350	10CrMo9-10	10CrMo9-10		11	80	80	999999999	141 OK Tigrod 13.22		111 OK 76.28	Kyllä	
9 S730	13CrMo4-5	10CrMo9-10		3	11,2	25	999999999	141 OK Tigrod 13.12		141 OK Tigrod 13.12	Kyllä	
10 S1404	L360	L360		5	20	25	999999999	141 OK Tigrod 13.28		111 OK 48.08	Ei	
11 S1406	L360	L360		3	6	25	999999999	141 OK Tigrod 13.28		141 OK Tigrod 13.28	Ei	
12 S101	P235GH	P235GH		3	20	76	999999999	141 OK Tigrod 13.09		141 OK Tigrod 13.09	Ei	
13 S101	P265GH	P265GH		3	20	76	999999999	141 OK Tigrod 13.09		141 OK Tigrod 13.09	Ei	
15 S102	P235GH	P235GH		3	11,2	25	999999999	141 OK Tigrod 13.09		141 OK Tigrod 13.09	Ei	
16 S102	P265GH	P265GH		3	11,2	25	999999999	141 OK Tigrod 13.09		141 OK Tigrod 13.09	Ei	
17 S159	P265GH	P265GH		3	20	63,5	999999999	141 OK Tigrod 13.09		111 OK 48.00	Ei	
18 S159	P355	P355		3	20	63,5	999999999	141 OK Tigrod 13.09		111 OK 48.00	Ei	
19 S160	P235GH	P235GH		10	35	57,15	999999999	141 OK Tigrod 13.09		111 OK 74.46	Ei	
20 S160	P265GH	P265GH		10	35	57,15	999999999	141 OK Tigrod 13.09		111 OK 74.46	Ei	
21 S200	P235GH	P235GH		3	11,2	25	999999999	141 OK Tigrod 13.12		141 OK Tigrod 13.12	Ei	
22 S200	13CrMo4-5	13CrMo4-5		3	11,2	25	999999999	141 OK Tigrod 13.12		141 OK Tigrod 13.12	Ei	
23 S1404	A333GR6	A333GR6		5	20	25	999999999	141 OK Tigrod 13.28		111 OK 48.08	Ei	
24 S1406	A333GR6	A333GR6		3	6	25	999999999	141 OK Tigrod 13.28		141 OK Tigrod 13.28	Ei	

Kuva 17. MS Office Access-tietokanta ja hitsausohjeiden arvoja

Seuraavaksi taulukkoon täytyi luoda kysely jolla pystytään rajaamaan annetuista arvoista sopivat hitsausohjeet liitokselle. Kun kaikki ehdot täyttyvät, antaa kysely tuloksena kaikki tietokannan sopivat hitsausohjeet.

kysely_1

hitsausohjeet

*

d max

d min

juur lisä

juur men

lämpök

Ehtokenttä:

Arvo:

tai:

mat 1	mat 2	d min	d max	s min	s max
Kuten [Parametri1]	Kuten [Parametri2]	<=[Parametri3] Ja <=[Parametri3]	>=[Parametri3] Ja >=[Parametri4]	<=[Parametri5] Ja <=[Parametri6]	>=[Parametri5] Ja >=[Parametri6]

<

wps	mat 1	mat 2	s min	s max	d min	d max	juur men	juur lisä	valip men	valip lisä	lämpök	
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	-----------	-----------	------------	--------	--

Kuva 18. MS Query-kysely MS Office Excel-taulukossa

Haku perustuu vertailuun kaikkien hitsausohjeiden kesken, ensin karsien pois väärät materiaalit. Kun jäljellä on sopivat materiaalit, vertaa haku annetut halkaisijat (d min/max) ja seinämät (s min/max) hitsausohjeiden kattamiin laajuuksiin. Kun sopivuuksia löytyy, antaa ohjelma ulos WPS vaihtoehdot, joista käyttäjä voi valita sopivan.

Tarkoitukseen sopiva WPS valitaan käytettäväksi, minkä jälkeen siitä löytyvät tiedot siirtyvät taulukkoon laskentaa varten.

Taulukossa valkoiset solut ovat käyttäjän määriteltävissä, kun taas harmaat laskettuja tai tietokannasta noudettuja tietoja. Vihreisiin soluihin käyttäjä voi nauhoitetun macron avulla siirtää haun tulokset. Näin yhteen taulukkoon saadaan luotua usean hitsausliitoksen tiedot, laskennat ja tulokset.

WPS hakutyökalu, vieressä olevat solut kirjataan (vihreä)		Kopioi	Kopioi	Kopioi	Kopioi	Kopioi				
HITSI NUMERO	2									
HITSIMÄÄRÄ KONEPAJA	0									
HITSIMÄÄRÄ ASENNUS	2									
TUOTESTANDARDI	EN 13480									
SUURIN SALLITTU KÄYTTÖPAINE (bar)	16									
MATERIAALI 1	P265GH									
MATERIAALI 2	P265GH									
PUTKIKOKO MATERIAALI 1 (mm)	50									
PUTKIKOKO MATERIAALI 2 (mm)	100									
SEINÄMÄ MATERIAALI 1 (mm)	10									
SEINÄMÄ MATERIAALI 2 (mm)	10									
HITSILIITOSMUOTO	BW									
HITSAUSOHJE	S102									
PUTKILUOKKA, avaa laskuri tästä PED	Luokka 2									
JUURIMENETELMÄ	141									
JUUREN HITSAUSLISÄAINE	OK Tigrod 13.09									
VÄLIPALKOT JA PINTAPALKOT MENETELMÄ	141									
VÄLIPALKOT JA PINTAPALKOT HITSAUSLISÄAINE	OK Tigrod 13.09									
LÄMPÖKÄSITTELYOHJE	Ei									
JÄLKILÄMPÖKÄSITTELY LÄMPÖTILA VAATIMUS (°C)	550...600 b) c)									
JÄLKILÄMPÖKÄSITTELY PITOAIKA VAATIMUS (min)	30									
HITSARIN TUNNUS	ST63									
LÄMPÖKÄSITTELYTODISTUKSEN NUMERO	xxxxxxx									
NDT-KEHÄ PINTATARKASTUS VAATIMUS %	0									
NDT-KEHÄ VOLUM. TARKASTUS VAATIMUS %	5									
HITSAUS PÄIVÄMÄÄRÄ	4-10.5.2014									
Hakutulokset:										
mat 1	mat 2	s min	s max	d min	d max	juur men	juur lisä	valip men	valip lisä	lämpök
P265GH	P265GH	3	11.2	25	999999999	141	OK Tigrod 13.09	141	OK Tigrod 13.09	Ei

Kuva 19. Excel-taulukon WPS haku syöttöarvojen perusteella

6.3 Materiaaliryhmiin jako

Jokainen materiaali on määritelty omaan materiaaliryhmäänsä, jotta ohjelma osaisi laskea NDT-tarkastuslaajuudet ja lämpökäsittelyn. Tässä vaiheessa tehdään muunnos materiaalista P265GH sen materiaaliryhmään 1.1

Jos muutosta ei tehdä, ei NDT-tarkastuslaajuutta ja lämpökäsittelyä voida laskea, koska standardissa taulukot on määritelty materiaaliryhmittäin.

Kaikki tekemäni taulukon laskennat tapahtuvat taustalla eri välilehdellä, jolloin käyttäjän näkymä pysyy siistinä ja selkeänä.

Luettelo materiaaleista	Materiaaliryhmä	Materiaaliryhmiin haku
10CrMo9-10	5.2	Materiaali 1 1.1
13CrMo4-5	5.1	Materiaali 2 1.1
16Mo3	1.2	
A333GR6	0	Putkiluokka: Luokka 2
L360	0	550...600 b) c) I
P235GH	1.1	30 aika
P265GH	1.1	

Kuva 20. Soluja joihin laskenta perustuu

Excel-laskenta hakee materiaaliluettelosta saman materiaalin, ja poimii oikeanpuoleisen solusta sitä vastaavan materiaaliryhmän.

6.4 Jälkilämpökäsittely

Kun materiaaliryhmä on selvillä, tulee jälkilämpökäsittely (PWHT = post weld heat treatment) laskea standardin taulukoista. Käänsin taulukot ohjelmaan järjestelmällisesti standardikirjan taulukkoa kääntäen, erona että kirjan taulukkoa lukeva ihminen on korjattu yhtälöllä.

PWHT	kysely	lasku 1	lasku 2	
1.1 <35	EPÄTOSI	30	30	550...600 b) c)
1.1 35...90	1	EPÄTOSI	EPÄTOSI	550...600 c)
1.1 >90	2	EPÄTOSI	EPÄTOSI	550...600 c)
1.2 <35	3	EPÄTOSI	EPÄTOSI	550...600 b) c)
1.2 35...90	4	EPÄTOSI	EPÄTOSI	550...600 c)
1.2 >90	5	EPÄTOSI	EPÄTOSI	550...600 c)
1.3 <35	6	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b)
1.3 35...90	7	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b)
1.3 >90	8	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b)
3.1 <15	9	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b) d)
3.1 15...60	10	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b) d)
3.1 >60	11	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b) d)
3.2 ≤60	12	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b) d)
3.2 >60	13	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b) d)
3.3 ≤60	14	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b) d)
3.3 >60	15	EPÄTOSI	EPÄTOSI	530...580 b) d)

Kuva 21. JOS()-funktio

Kuvassa 21 näkyvä taulukko on laskenut kaikki mahdolliset yhtäläisyydet, ja vain ylin täyttää ehdot jolloin lämpökäsittelyn ohjeet tulostuvat ulos.

LÄMPÖKÄSITTELYOHJE	Ei
JÄLKILÄMPÖKÄSITTELY LÄMPÖTILA VAATIMUS (°C)	550...600 b) c)
JÄLKILÄMPÖKÄSITTELY PITOAIKA VAATIMUS (min)	30

Kuva 22. Laskennan tulokset päänäytössä

Ohjelma näyttää lämpökäsittelyt, mutta tässä vaiheessa on käyttäjän tunnettava standardia sen verran, että tietää mitä helpotuksia jälkilämpökäsittelyyn tulee.

Kuvan 22 ”Jälkilämpökäsittely lämpötila vaatimus” solua seuraavaan kohtaan on tulostunut ”550...600 b) c)”. Tämä tarkoittaa, että tässä hitsauksessa pätee

standardin helpotukset b) ja c). Kohta b) tarkoittaa standardissa seuraavaa:

"Näillä seinämäpaksuuksilla PWHT on välttämätön ainoastaan erikoistapauksissa esim. jännityskorroosio, vetyhauraus, matalat lämpötilat."

Siispä useimmissa olosuhteissa lämpökäsittelyä ei vaadita tällä seinämä vahvuudella. Kohta c) tarkoittaa, kun 16Mo3 materiaalia käytetään, tulisi lämpötilan olla hieman korkeampi 550...620 celsiusastetta. (6.)

6.5 NDT-tarkastuslaajuus

Jotta rikkomattoman aineenkoetuksen tarkastuslaajuudet voidaan laskea, täytyy putkisto olla ensin määritelty johonkin PED standardin mukaiseen luokkaan. Teollisuusputkisto standardissa on 4 putkistoluokkaa. Ensimmäinen luokka tunnetaan hyvänä konepajakäytäntönä tai 0-luokka / 6§. Loput kolme luokkaa määräytyvät putkiston sisällön, paineen ja putkikoon mukaan. Luokat ovat numeroitu I, II ja III luokiksi, I-luokan ollessa vähiten vaativa luokka ja III-luokka vaativin. (16.)

PUTKILUOKKA, avaa laskuri tästä [PED](#)

Luokka 2

Kuva 23. Linkki putkistoluokan laskentaan ja solu johon tulos syötetään

Dokumentointi ohjelmassa laskuri aukeaa erilliseen Excel-taulukkoon, johon putkiston tiedot syötetään ja laskenta tulostaa putkiluokan.

Tarkastus ryhmät MT & RT/UT varten		Haku
T1	TOSI	T1
T2	1	
T3	2	
Tarkastushaku	Pinta	Volum
T1Luokka 2	0	5
Kehähitsit T1/T2/T3	Pinta	Volum
T1Luokka 1	0	5
T1Luokka 2	0	5
T1Luokka 3	0	10

Kuva 24. Ohjelman tarkastuslaajuuden laskenta

Kuvassa 24 näkyy taulukko johon tarkastuslaajuuden laskenta perustuu. Kaikki NDT-tarkastukset on jaettu T1-3 ryhmiin, jotka tulevat SFS-EN 13480-5 standardin tarkastuksiin jaetusta materiaalityhmästä. Esimerkkinä T1 ryhmään kuuluvat materiaalityhmitt 1.1, 1.2 ja 8.1. P265GH materiaali kuuluu 1.1 ryhmään jolloin tarkastuslaajuus paineluokalla II on 0% pintatestaus ja 5% volumetrinen testaus. Laskenta perustuu täysin taulukoiden vertailuun, ensin haetaan tarkastusryhmä materiaalin mukaan. Seuraavaksi tarkastusryhmälle T1 lisätään paineluokka 2 jolloin Excel osaa hakea "T1Luokka2" viereisten solujen arvot käyttäen HAKU() funktiota.

HITSARIN TUNNUS	ST63
LÄMPÖKÄSITTELYTODISTUKSEN NUMERO	xxxxxx
NDT-KEHÄ PINTATARKASTUS VAATIMUS %	0
NDT-KEHÄ VOLUM. TARKASTUS VAATIMUS %	5
HITSAUS PÄIVÄMÄÄRÄ	4-10.5.2014

Kuva 25. Hitsaus ja tarkastuslaajuuden tiedot

Tulos siirtyy lähtötietojen harmaihin soluihin, jotka ovat automaattisesti laskettuja, eikä käyttäjän määriteltävissä. Tämän jälkeen laskenta materiaalityhmitt hitsille on valmis. Seuraavaksi tieto voidaan kopioida soluihin, joista tieto siirtyy hitsaus- ja tarkastussuunnitelmaan.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA LOPPUSANAT

Ohjelman runko on valmis, mutta 100 % täytettynä hitsausohjetietokannan ja eri laskentojen kannalta aivan liian iso 15 opintopisteen lopputyöksi. Käytin ohjelman rungon ja älyn tekemiseen yli puoli vuotta, josta tehokasta työaika keskimäärin 15h / viikko. Tämä vastaa noin 375 tuntia työtä pelkän ohjelman tekoon, jossa ei ole kuin osa ajasta jota käytin ohjelmien ja teorian itseopiskeluun. Hitsausohjeiden tietokanta on täytetty vain siten, että tehtyjä laskentoja voi luotettavasti testata.

Kun ohjelma rungoltaan oli valmis, havahduin siihen, kuinka suuri ohjelma valmiina tulisi olemaan. Pelkän hitsaustarkastuksen laajuuden laskenta oli valmis vain kehähitsien osalta. Tämä tarkoitti sitä, että yhdehityien, pienahityien ja tiivistehityien tarkastukset kaikilta kolmelta tarkastusryhmältä oli vielä tekemättä. Tieteelliseltä kannalta tämä olisi vain aiemman kopiointia, eikä lopputyön kannalta oleellista. Sain selvitettyä kuinka kaikki olennaiset

standardikirjan taulukot voidaan kääntää automaattisen laskennan muotoon, mikä oli tämän opinnäytetyön tarkoitus.

Ohjelman käyttämä tietokanta täytyy räätälöidä yrityksen omien hitsausohjeiden mukaan, jotka taas määräytyvät yksilöllisten menetelmäkokeiden mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että täysinkin valmiina ohjelma voi hyödyttää vain sitä yritystä, jonka hitsausohjeille tietokanta on räätälöity. Jos ohjelmistoa haluaisi kehittää kaupalliseen muotoon, täytyisi aina uusi tietokanta tehdä asiakkaan hitsausohjeiden mukaan. Pienille hitsausalan yrityksille en näe realistista hyötyä tällaisen ohjelmiston käytöstä, mutta suurilla laajalla hitsausalalla toimivalle yritykselle hyöty voisi olla todellinen.

Olisin tahtonut sisällyttää putkiluokan laskennan samaan Excel-tilukkkoon, mutta kopiosuojauksen takia tämä ei ollut mahdollista. Vaihtoehtona on luoda oma putkistoluokkalaskenta, mutta tämä jääköön tulevaisuuteen. Näen tekemälleni rungolle lukuisia mahdollisuuksia eri kehitysten muodossa. Erityisesti uusi 1.7.2014 voimaan tullut EN1090 eurooppalainen laatustandardi kaikille teräs- ja alumiinirakenteille voisi mahdollistaa tämänkaltaisen ohjelman kehittämisen myytäväksi tuotteeksi.

Näen opinnäytetyöni onnistuneen tavoitteissaan, mutta aikataulullisesti työ kesti odotettua kauemmin työkiireistä ja opinnäytetyön laajuudesta johtuen.

Haluan kiittää Risto Mikkolaa sekä Sammet Asennus Oy:ta ohjauksesta, arvokkaasta työkokemuksesta ja kaikesta avusta, joita viime vuosina olen saanut.

LÄHTEET

1. Sutinen, A. 2012. Hitsausohjeet ja hitsauslisäaineet. Opinnäytetyö.
Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/41490>
[viitattu 22.2.2015]
2. Vardy, M. 2005. Mig Welding Tutorial. WWW-sivusto.
Saatavissa: <http://www.mig-welding.co.uk/>
[viitattu 17.8.2015]
3. Bodycote plc. 2001. Lämpökäsittely. WWW-sivusto.
Saatavissa: <http://www.bodycote.fi/fi-FI/services/heat-treatment.aspx>
[viitattu 24.8.2015]
4. Sammet Asennus Oy. 2015. Sähköiset ja fyysiset pöytäkirjat. Dokumentti.
Ei saatavissa.
[viitattu 1.10.2015]
5. Härkönen, S. 2014. Teräskirja. Sähköinen kirja.
Saatavissa: ISBN: 978-952-238-121-7 tai
<http://tech.teknologiateollisuus.fi/file/17860/TERSKIRJA-14e4.pdf.html>
[viitattu 6.9.2015]
6. Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2009. SFS-EN 13480. Standardi.
Saatavissa: ISBN: 978-952-242-012-1
tai <http://sales.sfs.fi/>
[viitattu 22.2.2015]
7. Lindman, K. 2011. NDT palvelut. WWW-sivusto.
Saatavissa: <http://www.ndtkotka.fi/fi/>
[viitattu 6.9.2015]
8. Lukkari, J. 2000. Hitsien laatu ja hitsausvirheet. Sähköinen dokumentti.
Saatavissa:
http://www.tooloutlet.fi/upload/File/Hitsien_laatu_ja_hitsausvirheet.pdf
[viitattu 6.10.2015]

9. Esab Oy. 2015. Esabin osaamiskeskus. WWW-sivusto.
Saatavussa: <http://www.esab.fi/fi/fi/education/>
[viitattu 26.9.2015]
10. Ionix Oy. 2015. Kaarihitsaus. WWW-sivusto.
Saatavissa: <http://ionix.fi/teknologiat/kaarihitsaus/>
[viitattu 30.9.2015]
11. Salmikangas, M. 2015. Hitsausmenetelmät. WWW-sivu.
Saatavissa:
<https://matiassalmikangas.wordpress.com/2015/02/24/puikkohitsaus/>
[viitattu 30.9.2015]
12. Huntingdon Fusion Techniques Ltd. 2015. Juurensuojausjärjestelmät. WWW-sivusto.
Saatavissa: http://www.huntingdonfusion.com/index.php/en_gb/
[viitattu 30.9.2015]
13. Ahola, A. 2013. Painesäiliön hitsausmenetelmät. Opinnäytetyö.
Saatavissa:
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/57833/Ahola_Aleksi.pdf
[viitattu 6.10.2015]
14. Key to metals AG. 2015. Teräslaadut. WWW-sivu.
Saatavissa: <http://www.totalmateria.com/page.aspx?ID=SteelGrades&LN=FI>
[viitattu 8.10.2015]
15. Microsoft. 2015. MS Office Access. WWW-sivu.
Saatavissa: <https://products.office.com/fi-fi/access>
[viitattu 22.2.2015]
16. Turvatekniikan keskus. 2007. Kemikaaliputkistot. Sähköinen dokumentti.
Saatavissa:
http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/kemikaaliputkistot_esite.pdf
[viitattu 28.9.2015]

EY-VAATIMUKSEN MUKAISUUSVAKUUTUS

Painelaitteen korjauksesta KTMp 953/1999 37§ mukaan

- | | | |
|-----|--|--|
| 1. | Valmistaja
Manufacturer | Sammet Asennus Oy
Myllytie 10, 45910 Voikkaa |
| 2.1 | Painelaite | |
| 2.2 | Rekisteri nro
Valmistus nro | |
| 3. | Sovellettu arviointimenettely | G-moduli |
| 4. | Laitekokonaisuudet | 1) Höyrystimen seinäpaneeleiden putkien vaihto (vanha pinnoitettu paneeli)

2) Kantoputkien ja näyteputkien vaihtoja tasolta 10

3) Kantoputkien ja näyteputkien vaihtoja tasolta 11

4) Kantoputkien ja näyteputkien vaihtoja tasolta 12

5) RT vesitysventtiilien uusien runkojen asennukset (K1RT17S101, -11S101, -13S101, -14S101)

6) Laipallisen virtausmittauksen uudelleen asennus

7) Seinäpaneeleiden pinnoitushitsaukset

8) Kattilan tyhjennyksen tukin vaihto |
| 5. | Tarkastukset suorittanut laitos | Inspecta |
| 6. | Tarkastustodistuksen nro | |
| 7. | Valmistajan laatujärjestelmää
valvova laitos (NB) | Hitsauksen laatujärjestelmä EN3834-2
Inspecta |
| 8. | Sovelletut yhdenmukaistetut
standardit | SFS-EN 12952 |
| 9. | Muut standardit tai säännökset | |

EY-VAATIMUKSEN MUKAISUUSVAKUUTUS

Painelaitteen korjauksesta KTMp 953/1999 37§ mukaan

10. Muut sovelletut direktiivit

11. Liitteet

Korjaustyöselostus (revisioraportti)

WPS S003, S024, S040, S100, S101, S160, S200, S300,
S301

Hitsareiden pätevyystodistukset

Lisäainetodistukset

VOIKKAA 29.7.2015

SAMMET ASENNUS OY

TARKASTUSLAITOS



Elmo Moisio

QS01124

Valokuva (vaadittaessa)
Photo (if required)

MUUTTUJAT PARAMETERS	HITSAUSKOEEN MERKINTÄ / KYSYISKOHTA WELD TEST DESIGNATION / DETAIL	PÄTEVYYSLUOKE RANGE OF APPROVAL	
Hitsausprosessi Welding process	141 TIG (S)	141, 142, 143, 145	Ks. Ref. 5.2
Levy tai putki Plate or pipe	T Putki Tube	T, P, T(B) haarakulma $\geq 60^\circ$, T(B) branch angle $\geq 60^\circ$	Ks. Ref. 5.3
Liitosmuoto Type of weld	BW/FW BW+FW Lisäkoet. test	BW, FW	Ks. Ref. 5.4
Perusaineryhmä Material group	5 13CrMo4-5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9.1, 11	Ks. Ref. 5.5
Lisäaineet Filler materials	S ESAB OK Tigrod 13.12	S, M, nm, Juuri Root: S	Ks. Ref. 5.6
Suojakaasu Shielding gas	Inertti Inert I1 Argon	-	
Apuaineet Auxiliaries		-	
Aineenpaksuus (mm) Material thickness (mm)	6,3	3 ... 12,6	Ks. Ref. 5.7
Putken ulkohalk. (mm) Outside pipe diam. (mm)	51	≥ 26	Ks. Ref. 5.7
Hitsausasento Welding position	H-L045	PA, PB, PC, PD, PE, PF, PH, H-L045	Ks. Ref. 5.8
Hitsin yksityiskohdat Weld details	ss nb	BW: ss nb, ss mb, bs FW: sl, ml	Ks. Ref. 5.9
Hitsauspvm Weld date	Kokeen valvoja Examiner	WPS nro WPS No.	
19.8.2015	<div style="border: 2px solid red; display: inline-block; width: 100px; height: 30px;"></div> DEKRA Industrial Oy	WPS S200	


TARKASTUS INSPECTION

Tarkastusmenetelmä Type of test	Suoritettu ja hyväksytty Performed and accepted		Ei vaadittu Not required
Silmämääräinen Visual	19.08.2015	PT148/JL	-
Radiografia tai ultraääni Radiography or ultrasonic	20.08.2015	QS01122	-
Murtokoe Fracture	19.08.2015	PT148/JL	-
Taivutuskoe Bend test			X
Makrohie Macro			X
Lisäkoheet Additional test			X

Huomautukset Notes

Handwritten notes area.

HYVÄKSYNTÄ APPROVAL

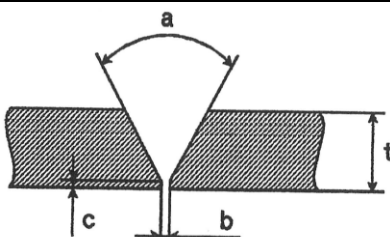
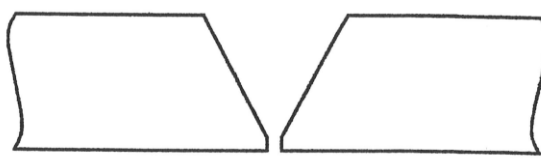
Paikka Place	Kouvola
Päivämäärä Date	20.08.2015
Hyväksyjä Approval	<div style="border: 2px solid red; width: 200px; height: 30px;"></div>
Yritys Company	DEKRA Industrial Oy
Allekirjoitus Signature	  Notified Body 0875
Pätevyys voimassa Validity of approval until	18.08.2017 saakka

VOIMASSAOLON JATKAMINEN PROLONGATION FOR APPROVAL

[illegible]

PERUSAIHEET:	Luokittelut	CR ISO 15608	Prosessi(t):	141/111
	Mater.1	Gr. 8.1		TP316L
	Mater.2	Gr. 8.1		TP316L
	Lisäaineet:	Gr. 8.1		

VOIMASSAOLOALUE <input checked="" type="checkbox"/> Ohje käytettävissä painettakantaviin pääsaumoihin				
Perustuu / menetelmäkoheet	Ulkohalk. (mm)	Seinämä s (mm)	Asennot	Muuta
120-1063-310502	≥57,2	3 ... 17,2	PF	
Hyväksymistapa/standardit : SFS-EN ISO 15614-1			Täyttää PED:n (97/23/EY) vaatimukset.	

RAILON MUOTO	HITSAUSJÄRJESTYS
 <p>a=60° b=3 c=0 t=8, 6</p>	<p>1...4</p> 

HITSAUSMENETELMÄ	1	2	3	Muuta
Prosessi	141	111		
Lisäaine	OK Tigrod 16.32	Esab OK 63.20		tai vast.
Lisäaineen luokittelu (SFS-EN)	SFS-EN 2072	SFS-EN 1600		
Lisäaineen luokittelu (AWS A5FA)	G 19 12 3 L Si	E 19 12 3 L R 11		
Syöttönopeus cm/min				
Suojakaasu / Jauhe l/min	12 l/min			Mison
Juurikaasu l/min	10 l/min			Mison
Esilämmitys °C				
Esilämmitysmenetelmä	Nestekaasu			
Lämpökäsittelyalue °C-°C				
Lämpökäsittelyohje				
Railon valmistus:	Koneistus, hionta	Juuren avaus:	Ei avausta	
Juurituki (tyyppi):		Välipalkolämpötila:	< = 250 °C	
Lisäaineen käsittely:		Tig elektrodi:		

Hitsausparametrit

Palko-kerros	Prosessi	Lisäaine Ø	Hitsausvirta			Kuljetusnopeus (cm/min)	Palkopituus 1:llä puikolla (mm)	Levitys	Muuta
			Laji/napa	Virta-alue (A)	Jännitealue (V)				
1	141	2,4	DC/-	100 ... 120	11 ... 15	2,2 ... 4,2			
2	111	2,5	DC/+	55 ... 75	20 ... 24	5,5 ... 7,5			
3	111	2,5	DC/+	55 ... 75	20 ... 24	5,5 ... 7,6			
4	111	2,5	DC/+	55 ... 75	20 ... 24	5,5 ... 7,7			

LISÄOHJEET:

Hyväksynät:

Valmistaja: Sammet Asennus Oy	Tarkastuslaitos:	Asiakas:
12.8.2013		
Pvm. Risto Mikkola	Pvm.	Pvm.



VASTAANOTTOTODISTUS (3.1) - Kemiallinen koostumus
KOESTUSTODISTUS (2.2) - Mekaaniset ominaisuudet/
INSPECTION CERTIFICATE (3.1) - Chemical analysis
TEST REPORT (2.2) - Mechanical properties

Päiväys/Date: 2015-07-08

Todistus no./Cert no:

EC23952449 rev. 0

Tilauksemme/Our order:

1121486

Tilauksenne/Your order:

62057

Viitteemme/Our ref:

Web user - Movex CMP020 SEB

Viitteenne/Your ref:

Asiakasnumero/Cust no:

FIB00357

Telefax no./Your fax:

Tilauspäivämäärä/Your date:

20150708

Sähköposti/Your e-mail:

Laskutusosoite/Invoice address

SAMMET ASENNUS OY LEPPÄVESI
PL 92288
01051 LASKUT
Finland

Vastaanottaja/Cert receiver

Toimitusosoite/Delivery address

SAMMET ASENNUS OY LEPPÄVESI
MYLLYTIE 10
45910 VOIKKAA
Finland

TOIMITUS/DELIVERY

Valmistusnumero/Lot no: PV5244732450

Määrä/Quantity: 40 KGM

TUOTE/PRODUCT

Tuotemerkki/Brand:

ESAB

Tuote/Desc:

OK Tigrod 347Si 2.4x1000mm 5kg

Tuotenumero/Item no:

161124R150

**KEMIALLINEN KOOSTUMUS/
CHEMICAL COMPOSITION**

Actual results

acc to EN 10204 - 3.1

LUOKITTELU/CLASSIFICATIONS

EN ISO 14343-A

W 19 9 Nb Si

SFA/AWS A5.9

ER347Si

Werkstoffnummer

~1.4551

Wire/strip

Muu/Auxiliary:

C	0.05%
Si	0.70%
Mn	1.4%
P	0.02%
S	0.01%
Cr	19.4%
Ni	9.8%
Mo	0.10%
Nb	0.64%
Cu	0.10%
N	0.06%
Ferrite FN	7

MEKAANISET OMINAISUUDET/MECHANICAL PROPS

Typical data

acc to EN 10204 - 2.2

Standardi/Standard:

Muu/Auxiliary:

Tila/Condition:

LUJUUSARVOT/TENSILE

Rp0.2 Rm A4-A5

440 MPa 640 MPa 37 %

ISKUSITKEYS/IMPACT

Temp

KV

-60 °C

75 J

KOMMENTTEJA/COMMENTS

Tuote on toimitettu ISO 9001 laatujärjestelmän mukaisesti.

Tämä todistus on tuotettu sähköisesti ja se pätee ilman allekirjoitusta.

Lisätietoja:

ESAB Oy, Ruusilantie 18, P.B. 74 FIN-00391 Helsinki, Phone: +358 9-547 761

Product supplied under a QA Programme fulfilling the EN ISO 9001 standard.

This certificate is produced electronically and is valid without signature.

Please refer any queries to: (see above)

Validation - Chemical Analysis

Josef Moravek

Quality Manager

Validation - Others

Jay A Coubrough

Product Manager

Inspection certificate "3.1" (EN 10 204)

A03 Document No.: **13424/14**

A07	Customer's Order (P.O.) No./Item No.: RP2M-5403249265								A08	Manufacturer's Works Order No.: 18340/14															
A11	Supplier's Order No.: 3150048037								A10	Advice - Note No.: 009258															
B08, B12/13	Quantity delivered: B13 Actual mass <table border="1"> <tr> <td>pcs</td> <td>mtrs</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>bdl</td> <td>feet</td> <td>lbs</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>222,621</td> <td>10140</td> </tr> </table>								pcs	mtrs	kg	bdl	feet	lbs	36	222,621	10140	A06 Customer / Consignee: <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> ThyssenKrupp MetalServ Postfach 105061 40041 Düsseldorf Germany </div>							
pcs	mtrs	kg																							
bdl	feet	lbs																							
36	222,621	10140																							
B09-11	Dimensions: Mat. Nr.: KRN2191088D 219,1 X 8,80 mm																								
B02	Steel designation: ST35.8/l, P235GH																								
B01, B03, B04	Product, conditions and terms of delivery: Nahtlose Stahlrohre - Seamless steel tubes - En acier sanssoudure, DIN 2448/81, EN10220/02, EN 12952-2/11, DIN 17175/79 - PED 97/23/EC. EN10216-2/02+A2/07 TC1 - AD-2000 Merkblatt W4/2013, Section 7, PED 97/23/EC (TÜV NORD), TRD 102-6/98, TRB 100-2/95 Warmgewalzt in normalisiertem Zustand - Normalized hot finished - Normalisés finis à chaud.																								
A04, B06	Marking: Manufacturer's mark, mill inspector's stamp <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div>AMTPO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">34</div> </div>																								
C71-92	Heat chemical analysis (%)								C70	Steel made by basic oxygen process, fully killed, strand cast.															
B07	Heat No.:	C	MN	SI	P	S	CU	NI	CR	ALt	N	MO													
	57176K	0,09	0,57	0,227	0,017	0,005	0,06	0,02	0,07	0,028	0,0040	0,003													
Z99	continues on appendix																								
B07	Test results:		MPa		MPa		% 5d		L-10-40J/0°C																
C04	Heat No.	C00 Specimen No.	C11 Yield Point	C12 Tensile Strength	C13 Elongation	C40-43 Impact test	C30-32 Hardness																		
	Requirements:	ST35.8 /l	min. 235	360 - 480	min. 25,0	Ø min																			
		P235GH	min. 235	360 - 500	min. 25,0																				
	57176K		289	414	35,0	275																			
			295	416	39,9																				
Z99	continues on appendix																								
D01	Visual and dimensional inspection with satisfactory results				X	D51	Hydraulic test - min. test pressure																		
C50	Flattening test - satisfactory					D02	The pipes tested on tightness by NDT flux - leakage in acc. to EN ISO 10893-1/11 SEP 1925-01-80 Rotomat DS - typ 6.720				X														
C51	Expanding test - satisfactory																								
C52	Bending test - satisfactory																								
C53	Ring expanding test (DIN EN 10236) - satisfactory					D03	Nondestructive Electromagnetic Testing																		
C54	Ring tensile test (DIN EN 10237) - satisfactory				X																				
PED 97/23/EC and AD 2000-Merkblatt W0 certified by TÜV NORD, cert.No. 07-202-1413 WZ-0807/09. PED 97/23/EC und AD 2000-Merkblatt W0 zertifiziert von TÜV NORD, Zert.Nr. 07-202-1413 WZ-0807/09. PED 97/23/EC et AD 2000-Merkblatt W0 certifié par TÜV NORD, cert.no. 07-202-1413 WZ-0807/09.																									
Z01	All pipes conform to the above mentioned standards and ordering requirements and agreements.																								

Z02 Date of issue **10.10.2014/Ja**

Tel.:++420 595683644 / Fax:++420 595682062

ArcelorMittal

ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.
Vratimovská 689, 707 02 Ostrava 7
Řízení jakosti

A01 ArcelorMittal Tubular Products Ostrava a.s.

A05 QA Department

Vratimovská 689

707 02 Ostrava-Kunčice

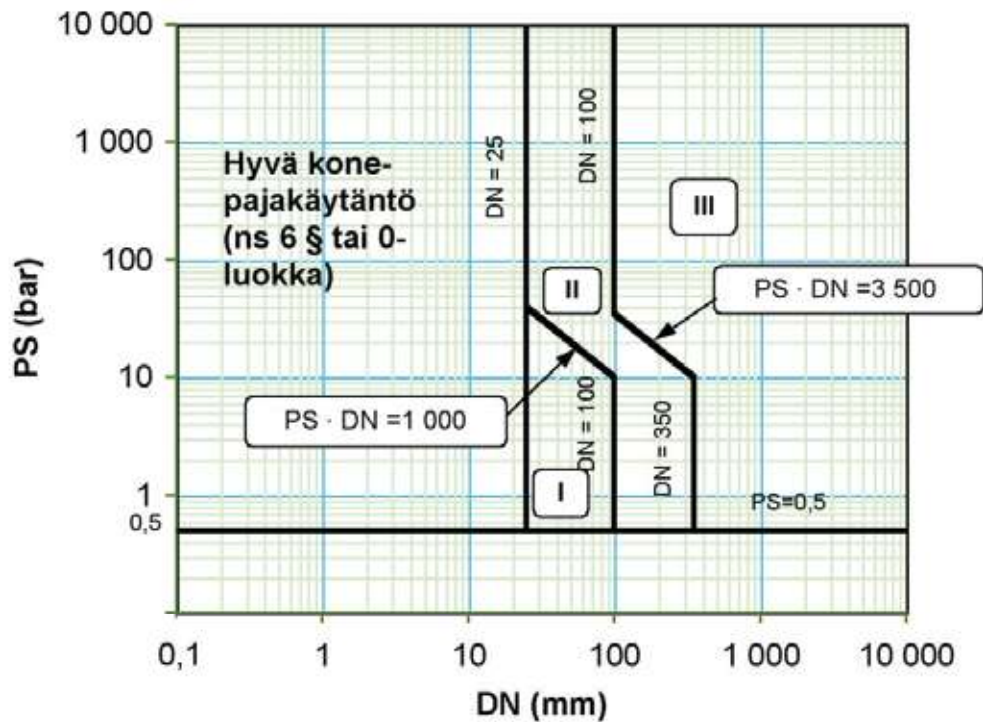
Czech Republic

Bc. Petr Pastucha

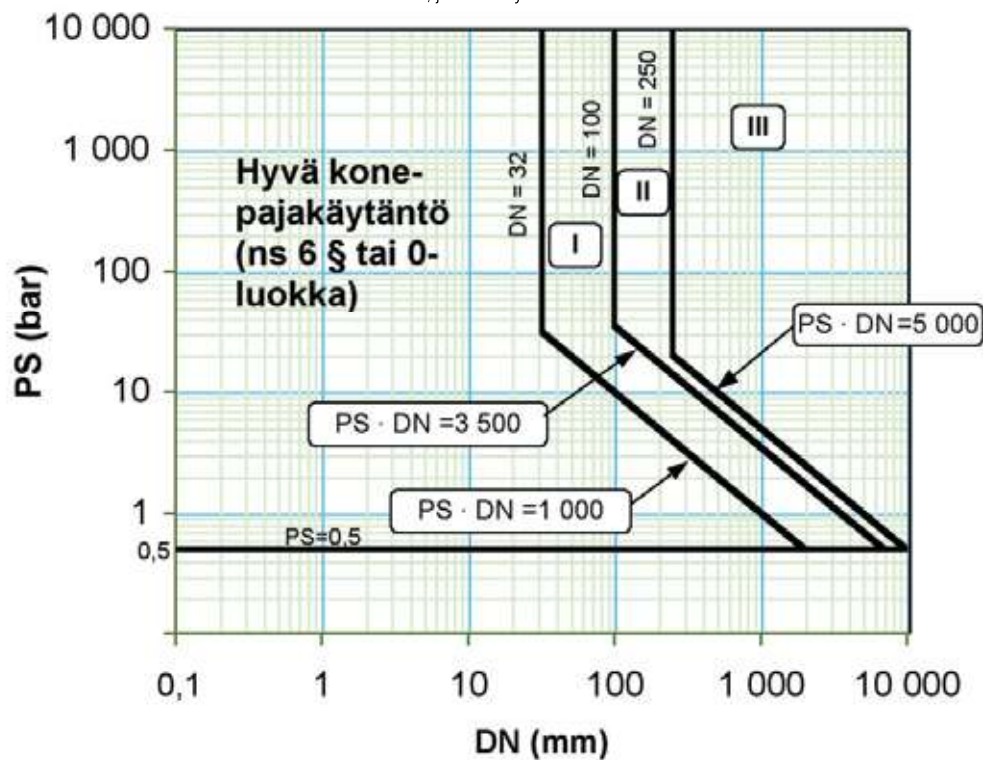
Work's Inspector

Z02 Validation

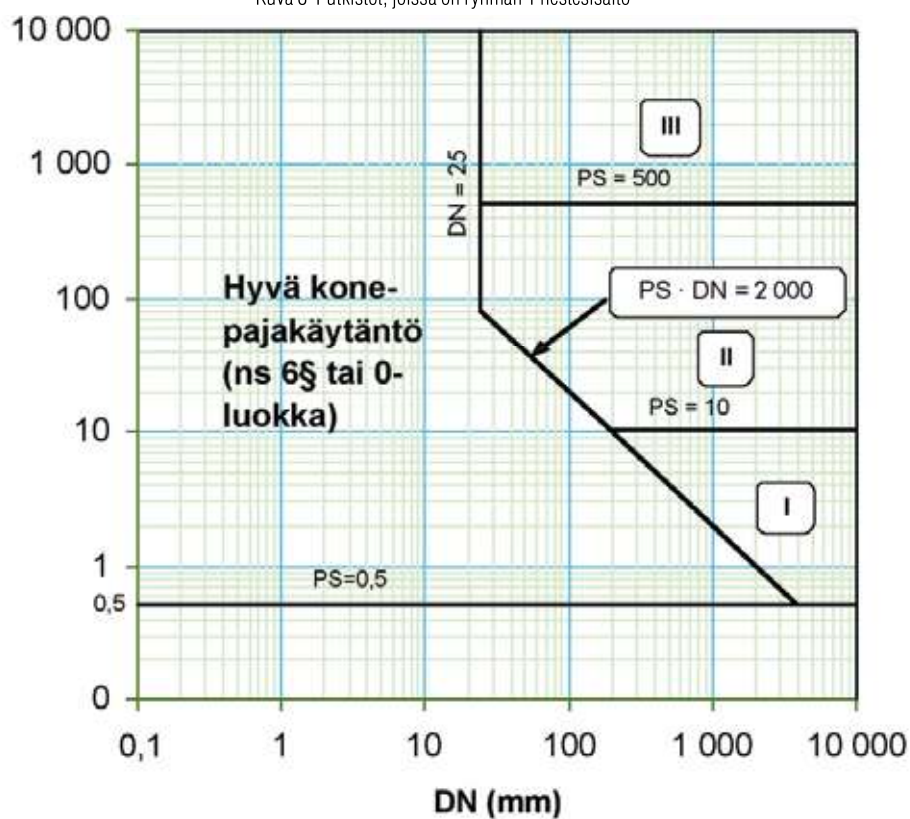
Kuva 6 Putkistot, joissa on ryhmän 1 kaasusisältö



Kuva 7 Putkistot, joissa on ryhmän 2 kaasusisältö



Kuva 8 Putkistot, joissa on ryhmän 1 nestesisältö



Kuva 9 Putkistot, joissa on ryhmän 2 nestesisältö

